MINISTERUL ÎNVĂŢĂMÂNTULUI ŞI ŞTIINŢEI
UNIVERSITATEA BABEŞ-BOLYAI CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE BIOLOGIE, GEOGRAFIE ŞI GEOLOGIE

Conf. dr.
VICTOR SOROCOVSCHI

Prof. dr.
IULIU BUTA

HIDROMETRIE

(Măsurători şi calcule hidrologice)

CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

C U P R I N S

1. NOŢIUNI INTRODUCTIVE..... 1
1.1. Obiectul, diviziunile şi importanţa hidrometriei... 1
1.2. Principii de bază ale activităţii hidrometrice..... 3
2. REŢEAUA HIDROMETRICĂ ŞI ORGANIZAREA EI..... 4
2.1. Staţiile hidrometrice de râu..... 6
2.1.1. Amplasarea, dotarea şi repartizarea staţiilor hidrometrice..... 6
2.1.2. Formele de activitate de la staţiile hidrometrice..... 11
2.1.3. Clasificarea staţiilor hidrometrice..... 15
2.2. Staţiile hidrometrice de lac..... 15
2.2.1. Amplasarea staţiilor hidrometrice..... 16
2.2.2. Elementele hidrice şi meteorologice care se măsoară la staţiile hidrometrice..... 17
2.3. Staţiile hidrometrice de interfluviu (de versant).. 18
2.4. Staţii hidrologice experimentale şi bazine reprezentative..... 19
2.4.1. Criterii de alegere a bazinelor reprezentative şi a staţiilor experimentale..... 20
2.4.2. Dotarea bazinelor reprezentative şi a staţiilor experimentale..... 22
2.5. Reţeaua hidrometrică a râurilor în regim amenajat.. 23
2.6. Reţeaua hidrometrică a apelor subterane..... 25
2.6.1. Organizarea şi clasificarea staţiilor hidrogeologice..... 25
2.6.2. Observaţiile de la staţiile hidrogeologice.. 29
2.7. Dezvoltarea hidrometriei în România..... 31
3. OBSERVAREA, MĂSURAREA ŞI PRELUCRAREA NIVELURILOR APEI RÂURILOR..... 35
3.1. Instalaţii, aparate şi construcţii pentru măsurarea nivelurilor apei râurilor..... 36
3.2. Observaţii şi măsurători asupra nivelurilor apei râurilor..... 47
3.3. Prelucrarea datelor referitoare la nivelurile apei

BCU "MIHAIL KOGĂLNICEANU" UNIVERSITY LIBRARY

râurilor..... 53
4. MĂSURAREA ADÎNCIMII APEI RÎURILOR ŞI CALCULAREA ELEMENTELOR SECŢIUNII TRANSVERSALE..... 60
4.1. Măsurarea adâncimii apei râurilor..... 60
4.1.1. Instrumente, construcţii şi utilaje pentru măsurarea adâncimilor..... 60
4.1.2. Locul şi metodele de efectuare a măsurătorilor..... 67
4.2. Prelucrarea datelor rezultate din măsurători..... 71
4.2.1. Profilul transversal..... 72
4.2.2. Calcularea elementelor secţiunii transversale..... 72
4.2.3. Planul albiei..... 78
4.2.4. Profilul longitudinal..... 79
5. DETERMINAREA VITEZEI DE CURGERE A APEI RÂURILOR..... 81
5.1. Noţiunile de viteză punctiformă, epura vitezelor şi izotahe..... 81
5.2. Aparate, dispozitive şi metode de măsurare a vitezei curenţilor..... 87
5.2.1. Măsurarea vitezei apei cu flotori..... 87
5.2.2. Măsurarea vitezei apei cu morişca hidrometrică..... 92
5.2.3. Măsurarea vitezei apei cu batometre-tahometre..... 102
5.2.4. Măsurarea vitezei apei cu tuburi hidrometrice..... 104
5.3. Determinarea vitezei medii pe verticală..... 106
6. DETERMINAREA ŞI CALCULAREA DEBITULUI LICHID..... 109
6.1. Noţiunea de debit şi modul de exprimare..... 109
6.2. Metode de determinare a debitelor..... 113
6.2.1. Determinarea debitului pe baza ridicării suprafeţei secţiunii transversale a apei şi a măsurării vitezelor..... 114
6.2.2. Determinarea debitelor de apă prin metoda volumetrică..... 128
6.2.3. Determinarea debitului de apă prin metoda

BCU IASI / BIBLIOTECA CENTRALA UNIVERSITARA LIBRARY

amestecului (diluţiei)..... 128
6.2.4. Determinarea debitului de apă cu deversori hidrometrici..... 130
6.3. Prelucrarea datelor referitoare la debitele de apă. 134
6.3.1. Calcularea debitelor de apă instantanee..... 134
6.3.2. Calcularea debitelor de apă medii zilnice, lunare şi anuale..... 141
7. MĂSURAREA, PRELUCRAREA ŞI CALCULAREA DEBITULUI DE ALUVIUNI..... 142
7.1. Măsurarea şi calcularea debitului de aluviuni în suspensie..... 143
7.1.1. Aparatura folosită la măsurarea debitului de aluviuni în suspensie..... 143
7.1.2. Recoltarea şi prelucrarea probelor de apă... 148
7.1.3. Metode de calculare a debitului de aluviuni în suspensie..... 151
7.1.4. Calcularea debitelor de aluviuni în suspensie medii zilnice, lunare şi anuale... 156
7.2. Determinarea debitului de aluviuni târâte..... 158
8. MĂSURAREA TEMPERATURII APEI RÂURILOR ŞI PRELUCRAREA DATELOR..... 161
8.1. Aparatura utilizată în măsurarea temperaturii apei. 161
8.2. Măsurarea temperaturii apei şi prelucrarea datelor. 163
9. OBSERVAŢII ŞI MĂSURĂTORI ASUPRA FENOMENELOR DE ÎNGHEŢ... 165
9.1. Observaţii vizuale asupra formaţiunilor de gheaţă.. 165
9.2. Măsurători asupra gheţii..... 172
9.3. Prelucrarea datelor asupra îngheţului..... 178
10. MĂSURĂTORI NIVOMETRICE..... 181
10.1. Măsurarea grosimii şi a densităţii stratului de zăpadă..... 181
10.2. Organizarea terenurilor nivometrice şi executarea măsurătorilor..... 186
10.3. Prelucrarea datelor referitoare la stratul de zăpadă..... 192
BIBLIOGRAFIE..... 196

BCU IAŞI CENTRU UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

1. NOŢIUNI INTRODUCTIVE

1.1 Obiectul, diviziunile şi importanţa hidrometriei

Hidrometria, ramură importantă a hidrologiei, se ocupă cu metodele, procedeele şi mijloacele de observare şi măsurare a diferitelor categorii de apă, precum şi cu metodele de calcul, de prelucrare şi de interpretare a datelor colectate.
Din punct de vedere al categoriilor de apă asupra cărora se efectuează observaţii şi măsurători, hidrometria se poate diviza în:

- hidrometria apei din atmosferă;
- hidrometria apelor de suprafaţă, care cuprinde hidrometria oceanelor şi mărilor sau oceanometria, numită şi hidrometria marină şi hidrometria apelor uscatului;
- hidrometria apelor subterane.

Prezentul curs are ca obiect de studiu hidrometria râurilor care se referă la totalitatea observaţiilor, măsurătorilor, calculelor şi prelucrarea datelor privind caracteristicile apelor curgătoare organizate în albie naturală (fluvii, râuri, braţe, japşe) sau artificială (canale). Hidrometria uscatului mai cuprinde:

- hidrometria lacurilor care are ca obiect apele stagnante naturale si artificiale;
- hidrometria versanţilor, care se ocupă cu măsurarea caracteristicilor apelor care se scurg sau sunt cantonate pe versant sub diferite forme (roua, apa de sol, zăpada, gheaţa etc.), precum şi de alte fenomene legate de pierderile de apă prin procesul de evaporare;
- hidrometria sistemelor de exploatare se referă la amenajările hidroenergetice şi hidroameliorative (irigaţii, desecări).

BCU IASI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Hidrologia ca oricare ştiinţă a naturii trebuie să obţină mai întâi un minim de date asupra fenomenelor sale specifice folosind observaţiile directe, dar mai ales măsurătorile după metodologii proprii.

Fondul documentar, prin caracterul lui obiectiv, este necesar mai multor investigaţii de ordin ştiinţific şi anume:

- în orientarea generală asupra domeniului de valori în care poate evolua un fenomen hidrologic (niveluri, adâncimi, viteze, debite, aluviuni etc.);

- în verificarea unor noi concepte privind procesul genetic al fenomenelor hidrologice;

- în determinarea parametrilor din formule empirice şi modele hidrologice de simulare a fenomenelor, ca şi în formarea de şiruri statistice;

- întocmirea sintezelor hidrologice şi în operaţiile de prognoză hidrologică.

Importanţa directă a hidrometriei în economia naţională constă în valorificarea datelor directe de observaţie, a sintezelor hidrologice sau a prognozelor în navigaţie, în apărarea contra inundaţiilor şi gheţurilor, în exploatarea lacurilor de acumulare etc. Hidrometria deserveşte indirect proiectarea sistemelor de gospodărire a apelor, a construcţiilor hidrotehnice şi exploatarea lor.

Fenomenele hidrologice pe care le observă şi măsoară aparţin ştiinţelor naturii, motiv pentru care hidrometria are relaţii strânse cu meteorologia, geomorfologia, pedologia etc. Anumite metode şi procedee de măsurare apelează la cunoştinţe de hidraulică, chimie, de fizică atomică etc. Aparatele şi instrumentele, precum şi construcţiile hidrotehnice necesită cunoştinţe din diverse domenii ale tehnicii.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

1.2. Principiile de bază ale activităţii hidrometrice

Activitatea hidrometrică se desfăşoară în principal la staţiile hidrometrice, care sînt puncte fixe pe râuri, lacuri sau versanţi, special amenajate şi înzestrate cu aparatură, instrumente, construcţii şi utilaje în vederea executării măsurătorilor asupra elementelor hidrologice.

În repartiţia teritorială a staţiilor hidrometrice trebuie să se aibă în vedere criteriul reprezentativităţii, adică să fie cuprinse în reţeaua de staţii toate formele de relief din cuprinsul ţării cu particularităţile lor specifice sub aspect geografic.

Reanalizarea repartiţiei staţiilor hidrometrice la fiecare perioadă de cinci ani se face pe baza rezultatelor sintezelor hidrologice. Acestea permit evidenţierea unor eventuale lacune teritoriale de date hidrometrice, care să influenţeze determinarea legilor de producere şi desfăşurare a fenomenelor hidrologice.

Metodele şi procedeele de măsurare a elementelor hidrologice, aparatele şi instrumentele de măsurat, frecvenţa măsurătorilor, precum şi metodele de prelucrare a datelor rezultate din măsurători se stabilesc pe baza cercetărilor efectuate în institute de specialitate.

Instrucţiunile şi îndrumătoarele pe baza cărora se efectuează toate operaţiunile de măsurare şi de prelucrare a datelor referitoare la elementele hidrologice sînt periodic perfecţionate de institutele de specialitate.

Sursele principale de documentare a datelor hidrometrice sînt anuarele şi buletinele hidrologice, publicaţii cu caracter oficial, elaborate de institutele de specialitate (în ţara noastră Institutul Naţional de Meteorologie şi Hidrologie).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

2. REŢEAUA HIDROMETRICĂ ŞI ORGANIZAREA EI

După obiectivul acvatic pe care sunt situate staţiile hidrometrice de care se ocupă hidrometria apelor uscatului sunt de mai multe feluri: staţii hidrometrice de râu amplasate pe apele curgătoare; staţii hidrometrice de lac instalate pe lacuri, iazuri, lacuri de acumulare etc.; staţii hidrometrice de mlaştină; staţii hidrometrice de interfluvii (de versant) aşezate pe teritoriile dintre obiectivele acvatice; staţii hidrometrice marine situate de-a lungul ţărmurilor mărilor şi oceanelor.

Totalitatea staţiilor dintr-un anumit teritoriu formează reţeaua hidrometrică.

Staţiile hidrometrice cu caracter stabil, care furnizează date pentru satisfacerea cerinţelor tuturor ramurilor interesate ale economiei, alcătuiesc reţeaua hidrometrică de bază (permanentă). Mai există o reţea hidrometrică auxiliară alcătuită dintr-un număr restrâns de staţii, în bună parte temporare, la care se efectuează un complex de observaţii şi măsurători mai restrâns conform cu cerinţele impuse de unele instituţii departamentale. Staţiile hidrometrice ale reţelei auxiliare completează în mod temporar reţeaua de bază, în scopul de a obţine informaţii suplimentare de exemplu pentru proiectarea unor construcţii hidrotehnice (baraje, diguri, prize de apă etc.) în amplasamente îndepărtate de staţiile hidrometrice existente, pentru îmbunătăţirea metodelor de prognoză hidrologică, pentru exploatarea raţională a folosinţelor hidraulice etc. După un timp de funcţionare în paralel cu reţeaua de bază, folosind metoda corelaţiilor, se obţin rezultate în sensul scopului de mai sus. Un număr restrîns de staţii au destinaţii de interes local: determinarea prelevărilor sau restituirilor de apă din râu sau lac; verificarea bilanţului local al apei; controlul râurilor care trec graniţa etc. O categorie aparte o constituie staţiile hidrometrice experimentale care au rolul de a pune la dispoziţie date necesare cercetării proceselor formării scurgerii în bazine hidrografice mici.

BCU IAŞI CENTRU VECHI UNIVERSITY LIBRARY

Activitatea din cadrul reţelei hidrometrice de bază este asigurată de unităţi hidrologice teritoriale, care au în subordine mai multe staţii hidrometrice. Limitele teritoriale ale staţiei hidrologice sunt stabilite atât pe baza criteriului hidrografic, cât şi al accesului mai rapid de la sediul staţiei hidrologice la staţiile hidrometrice.

Reţelele hidrometrice pot fi administrate în mod centralizat, în cazul când nu cuprind prea multe staţii, şi în mod descentralizat prin intermediul unor unităţi regionale, când reţeaua hidrometrică este dezvoltată.

Fiecare staţie hidrometrică are de efectuat un complex de măsurători, motiv pentru care este dotată cu aparatele, instrumentele şi utilajele necesare. Lucrările care se efectuează asupra elementelor hidrologice sunt de mai multe feluri: observaţii vizuale şi măsurători; calcule de măsurători şi prelucrări.

Observaţia vizuală reprezintă lucrarea de teren cea mai simplă ce constă în observarea cu ochiul liber a unor elemente hidrologice studiate şi caracterizarea lor, ca de exemplu: gradul de acoperire a solului cu zăpadă, a lacului sau a râului cu gheaţă sau cu vegetaţie etc.

Măsurătoarea reprezintă lucrarea de teren care constă în determinarea ordinului de mărime a elementelor hidrologice, fie direct fie prin intermediul probelor recoltate.

Calculul se referă la partea de calcul primar a elementelor hidrologice măsurate pe teren. Cu ajutorul datelor obţinute se pot determina anumite caracteristici cantitative ale elementului analizat.

Prelucrarea reprezintă şi verificarea datelor măsurate pe teren, compararea lor cu alte date similare, reprezentarea lor pe diagrame, grafice, corelaţii etc., operaţiuni efectuate în vederea determinării anumitor caracteristici ale elementului hidrologic studiat.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

2.1. Staţiile hidrometrice de râu

Acestea deţin, de regulă, ponderea maximă din totalitatea staţiilor ce alcătuiesc reţeaua hidrometrică a unui teritoriu. Întrucât reţeaua hidrometrică de bază trebuie să fie capabilă să furnizeze date în mod continuu pe o perioadă îndelungată de ani (minim 20 - 25 de ani), la organizarea ei trebuie să se aibă în vedere o serie de probleme. Astfel, la stabilirea arealului în care urmează să se amplaseze staţia este necesar să se utilizeze criteriul reprezentativităţii teritoriale. În alegerea amplasamentului local al staţiei să se aibă în vedere obiective care să asigure urmărirea continuă a variabilelor hidrologice (niveluri, debite etc.) şi obţinerea unor date care să oglindească caracterul natural al variabilelor studiate. Dotarea şi întreţinerea corespunzătoare a staţiilor constituie alte deziderate ce trebuiesc avute în vedere la organizarea reţelei hidrometrice.

2.1.1.Amplasarea, dotarea şi repartizarea staţiilor hidrometrice

După stabilirea arealului în care este necesar a se instala staţia hidrometrică, urmează a doua etapă ce constă în alegerea amplasamentului local al staţiei, în care urmează a se executa construcţiile (piloţi, cabine, punţi, instalaţii de întins cablu, teleferice) şi monta instalaţiile hidrometrice.

Pentru ca un amplasament local să fie corespunzător, sectorul de râu ales trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:

- să prezinte o albie unică, atât în timpul apelor mari, cât şi în timpul apelor mici, pentu a se putea măsura mai uşor şi mai precis cantitatea de apă;

- malurile albiei majore să fie pe cât posibil rectilinii pe o lungime de cel puţin cinci ori lăţimea rîului la ape medii;

- malurile albiei minore să fie, de asemenea, rectilinii şi paralele cu malurile albiei majore, pe o lungime egală cu cel puţin jumătate din lăţimea albiei majore. Aceste condiţii sunt necesare

pentru ca curgerea pe sectorul staţiei să se producă cât mai uniform, firele de curent să fie paralele între ele, fără vârtejuri sau supraânălţări la unul din maluri.

- lăţimea albiei majore să fie cât mai mică, pentru a evita dificultăţi de măsurare în timpul apelor mari;
- adâncimea să fie cât mai uniformă;
- profilul transversal să fie pe cât posibil mai simetric;
- albia să fie lipsită de praguri, insule, braţe moarte;
- albia majoră să fie vizibilă şi accesibilă;
- albia să prezinte cît mai mare stabilitate pentru ca relaţiile dintre cantitatea de apă şi geometria secţiunii să fie constante;
- panta longitudinală a suprafeţei apei în sectorul staţiei să fie cât mai uniformă, fără rupturi, praguri sau cascade;
- albia râului să aibă cât mai puţină vegetaţie, pentru a nu influenţa curgerea în sectorul staţiei hidrometrice;
- în sectorul staţiei sau în aval să nu deverseze afluenţi care, îndeosebi în timpul apelor mari pot provoca remuu;
- în vecinătatea imediată a staţiei să nu existe construcţii hidrotehnice (lacuri de acumulare, prize de apă, deversări) şi poduri cu debuşee insuficiente;
- să nu existe în apropiere porturi, debarcadere, balastiere etc.;
- să fie la maximum 2 km de o aşezare omenească şi să aibă acces la cea mai apropiată arteră de circulaţie;
- să aibă acces la reţeaua electrică şi telefonică.

După alegerea sectorului pentru amplasarea staţiei hidrometrice urmează lucrările topografice premergătoare instalării, care constau în ridicarea în plan şi altimetrică a acestuia.

Limitele sectorului care urmează să fie ridicat trebuie să depăşească în lăţime cota apelor maxime observate, iar în lungime cel puţin de 5 ori lăţimea râului la ape mici. Lungimea minimă a sectorului de ridicat trebuie să fie 200 m (tabelul nr. 1).

Tabelul nr.1
Lungimea sectorului de râu care urmează să fie ridicat în funcţie de lăţimea albiei.

Lăţimea albiei (m)	Lungimea porţiunii de râu cuprinsă în schiţă (m)
10 - 100	< 400
100 - 300	400 - 1000
300 - 600	1000 - 1500
600 - 1000	1500 - 2000
1000 - 2000	2000 - 3000
2000 - 5000	3000 - 6000

Pe baza ridicărilor topografice se întocmeşte planul de situaţie al sectorului la o scară aleasă astfel ca lăţimea albiei la apele scăzute să fie reprezentată prin cel puţin 2-3 cm (fig.1). Pe planul de situaţie se reprezintă: o linie directoare paralelă cu direcţia generală a cursului de apă, care serveşte drept axă fixă (A-B); liniile a cel puţin trei profile transversale, dintre care cel din mijloc trebuie să treacă prin linia de vizare a viitoarei staţii hidrometrice; curbele de nivel ale terenului; liniile profilelor transversale prin albia râului la distanţe de cel puţin 25 m, necesare la întocmirea planului batimetric al albiei râului; limitele apei în albie (se trasează cu o linie mai pronunţată); se indică direcţia cursului de apă cu săgeţi; se mai notează pe plan repartiţia vegetaţiei naturale şi a culturilor agricole, elementele social-economice etc.

În afara planului de situaţie al sectorului de râu, se mai întocmesc profilele transversale ale albiei minore, un profil transversal (cel din mijloc) şi un profil longitudinal al sectorului. Profilul transversal se ridică executînd sondaje în albia minoră şi prin măsurători topografice de nivelment în albia majoră.

O dată cu înfiinţarea staţiilor hidrometrice se trece la

dotarea lor cu instrumente (cronometre, termometre, mire etc.), aparatură (morişti, batometre etc.), scule (topor, lopată, târnăcop, rangă de fier, felinar etc.), utilaje (cabluri, ambarcaţiuni, cărucioare, funiculare etc.), rechizite de birou, carnete, registre şi fişe de înscriere a datelor din observaţii şi măsurători.

B.C.U. „M. EMINESCU" IAŞI

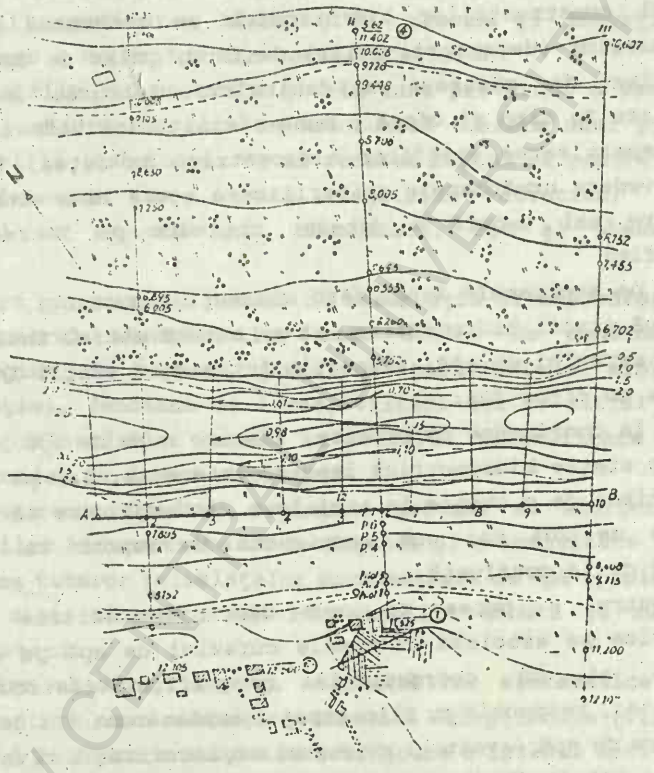


Fig.1 Planul de situaţie al sectorului de râu

La punerea în funcţiune a staţiei hidrometrice se întocmeşte un proces verbal de deschidere, complectându-se totodată şi "lista tehnică" a staţiei, care conţine documentarea tehnică privind instalarea staţiei, felul observaţiilor ce urmează să se efectueze, descrierea secţiunii de râu, descrierea fizico-geografică a

regiunii, planul de situaţie al sectorului de râu cu poziţia instalaţiilor şi a reperelor.

Amplasamentele staţiilor auxiliare pentru exploatarea folosinţelor trebuie bine studiate pentru a corespunde problemelor puse, mai ales dacă este cazul să se înregistreze aspecte ale mişcării nepermanente ale apelor care intră şi ies din folosinţă. În cazul construcţiilor hidrotehnice se recomandă utilizarea evacuatoarelor (deversori, goliri de fund, prize de apă etc.) ca dispozitive de măsurare a debitelor, întrucât acestea au stabilitate în timp şi oferă o bună similitudine hidraulică.

Repartizarea staţiilor hidrometrice în reţea, trebuie să aibă în vedere următoarele criterii care ajută la o coordonare şi exploatare mai uşoară a datelor obţinute pe întreg bazinul hidrografic:

- pe sectoarele lungi fără afluenţi importanţi, distanţele între două staţii hidrometrice, să se aleagă astfel încât debitul mediu al cursului de apă, respectiv între două staţii învecinate, să difere cu circa 20%;

- la confluenţe importante, fiecare curs de apă să dispună de câte o staţie hidrometrică imediat în amonte, iar pe cursul de apă principal de o staţie în aval la o distanţă care să satisfacă diferenţa de 20% mai sus menţionată în raport cu însumarea debitelor de la confluenţă.

Pentru a putea fi mai uşor identificate staţiile hidrometrice se asociază cu numele cursului de apă pe care sunt amplasate şi cu coordonatele geografice (latitudine şi longitudine), respectiv cu kilometrajul amplasamentului de-a lungul acelui curs de apă (eventual cu denumirea localităţii riverane). În descrierea reţelei hidrometrice dintr-un bazin hidrografic se vor adăuga pentru fiecare staţie, suprafaţa bazinului hidrografic în amont de staţie şi data de când este în funcţiune.

BCU IAŞI - CENTRALA UNIVERSITARĂ - LIBRARY

2.1.2. Formele de activitate de la staţiile hidrometrice.

Activitatea desfăşurată în cadrul staţiilor hidrometrice este complexă şi include nu numai observarea şi măsurarea variabilelor hidrologice, ci şi prelucrarea primară a datelor, informarea şi avertizarea hidrologică, precum şi întreţinerea corespunzătoare a dotărilor din cadrul staţiilor.

La staţiile hidrometrice de râu sunt prevăzute o serie de observaţii şi măsurători care se efectuează conform unui program dinainte stabilit (tabelul nr.2) se remarcă faptul că pentru unele elemente (fenomene de iarnă, vegetaţie acvatică, vânt, precipitaţii) se execută atât măsurători, cât şi observaţii vizuale.

În afara programului normal de observaţii şi măsurători (la termene), numărul măsurătorilor este dictat de consideraţii speciale (regimul de curgere, gradul de stabilitate al albiei în sectorul staţiei, fenomene de iarnă, viituri etc.), astfel încât rezultatele prelucrărilor anuale să poată fi valorificate şi să completeze fondul de date hidrologice.

Pentru reconstituirea regimului natural al scurgerii în cadrul staţiilor hidrometrice se desfăşoară şi o activitate legată de cunoaşterea tuturor folosinţelor consumatoare de apă (prelevări, restituţii) dintr-un sector de râu stabilit amonte şi aval de secţiunea staţiei.

Pe baza observaţiilor şi măsurătorilor sistematice şi a celor suplimentare ocazionate de evenimente excepţionale (viituri, ape mari etc.) la fiecare staţie se desfăşoară o intensă activitate de informare şi avertizare hidrologică ce constă în transmiterea datelor zilnice şi suplimentare şi a avertizărilor asupra fenomenelor hidrometeorologice periculoase şi a poluării.

Întreţinerea în mod corespunzător a instalaţiilor şi construcţiilor din dotarea staţiilor oferă posibilitatea ca întreg complexul de observaţii şi măsurători să se desfăşoare în condiţii bune şi cu rezultatele scontate.

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul nr. 2
Complexul de măsurători executate la staţiile hidrometrice de râu

Nr. crt	Elementele care se măsoară	Simbolul	Felul lucrării	Programul normal de efectuare a lucrării
1.	Nivelurile apei	H	măsurători	zilnic orele 7 şi 17
2.	Pantele suprafeţei apei	i	măsurători	zilnic orele 7 şi 17
3.	Temperaturile apei	$t^{\circ}_{apă}$	măsurători	zilnic orele 7 şi 17
4.	Fenomenele de iarnă din râu	i	măs.şi obs. vizuale pentadale	în zilele de 5, 10 15, 20, 25 şi în ultima zi a lunii
5.	Turbiditatea apei	p	recoltare de probe	săptămînal, duminica la ora 7
6.	Vegetaţia acvatică	veg.	măsurători şi obs.viz.	în zilele de 10,20şi în ultima zi a lunii
7.	Adâncimile cursului de apă (sondaje)	h_{ad}	măsurători	odată cu debitele de apă
8.	Debitele de apă	Q	măsurători	după planul de muncă
9.	Debitele de aluviuni	R	măsurători	după planul de muncă
10.	Debitele de aluviuni târâte	G	măsurători	după planul de muncă
11.	Aluviuni depuse în albie	P	recoltare de probe	după planul de muncă
12.	Compoziţia granulometrică a aluviunilor	D	analize	
13.	Temperatura aerului	t°_{aer}	măsurători	zilnic orele 7 şi 17
14.	Direcţia şi tăria vântului	W	observ. vizuală	zilnic la orele 7 şi 17
15.	Precipitaţiile	X	măsurători şi observ. vizuală	zilnic la orele 7 şi 17
16.	Caracteristicile fizico-chimice ale apei	C	recoltare de probe şi analize.	după plan

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Pentru ca observaţiile şi măsurătorile să nu fie întrerupte întreg utilajul staţiei trebuie să se ţină în perfectă stare de funcţionare şi de curăţenie, iar în timpul iernii să fie ferit de zăpadă şi de îngheţ.

Documentele care se găsesc la staţiile hidrometrice trebuiesc păstrate, de asemenea, în bune condiţii, iar înscrierea datelor să se facă cu regularitate. Dintre documentele existente la staţiile hidrometrice menţionăm următoarele: carnete, registre şi fişe de înscriere a datelor din observaţii şi măsurători; jurnalul staţiei hidrometrice; carnetul de sarcini al staţiei; planul de acţiune pentru ape mari excepţionale; jurnalul moriştii hidrometrice; caietul de procese verbale de îndrumare şi control; registru de evidenţă a informărilor şi avertizărilor transmise; îndrumătoare şi instrucţiuni tehnice şi de protecţia muncii; inventarul bunurilor din dotare.

Controlul staţiei trebuie făcut periodic, atât înainte, cât şi după trecerea apelor mari, curgerea sloiurilor de gheaţă, precum şi în timpul apelor scăzute, când toate instalaţiile sunt mai uşor accesibile. Controlul staţiei se execută de specialişti delegaţi din partea staţiei hidrologice sau din partea forurilor ierarhic superioare.

Lucrările care se efectuează la controlul unei staţii hidrometrice constau în:

- verificarea planului de lucru şi a cunoştinţelor observatorului, precum şi a modului cum se înregistrează datele rezultate din observaţii şi măsurători;
- verificarea instalaţiilor, aparatelor şi a întregului inventar cu care este dotată staţia şi starea de funcţionare a lor;
- verificarea prin nivelment a amenajărilor care servesc la efectuarea observaţiilor asupra nivelurilor;
- repararea şi verificarea nivelitică a instalaţiilor deteriorate;

În cazul staţiilor hidrometrice prevăzute cu limnigrafe, la controlul efectuat se execută următoarele lucrări:

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- se verifică prin nivelment instalaţiile staţiei;
- se curăţă şi se unge mecanismul limnigrafului;
- se verifică mecanismul limnigrafului;
- se curăţă de aluviuni conducta şi puţul limnigrafului.

Constatările făcute cu ocazia controlului se înscriu în registrul staţiei hidrometrice.

Cu toate că la amplasarea unei staţii hidrometrice se ţine seama de condiţiile necesare unei bune funcţionări, totuşi la un anumit interval de timp pot să apară anumite situaţii care influenţează buna desfăşurare a complexului de observaţii şi măsurători şi ca urmare se impune mutarea staţiei (construirea unui baraj, schimbarea sau corectarea albiei etc.).

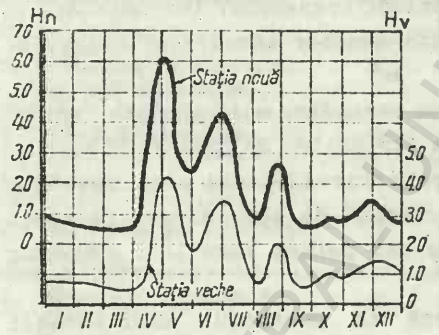


Fig.2 Graficul nivelurilor corespondente între staţia hidrometrică veche (Hv) şi cea nouă (Hn)

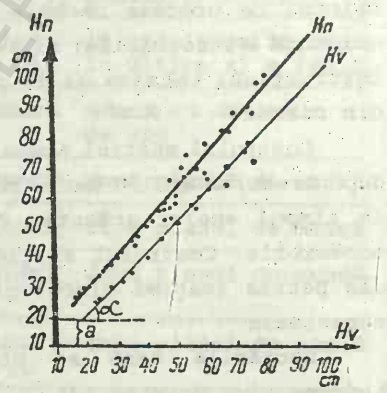


Fig.3 Graficul de corelaţie a nivelurilor între staţia hidrometrică veche şi cea nouă

La transferarea staţiei hidrometrice trebuie să se aibă în vedere mai multe aspecte. Astfel, amplasamentul nou ales să fie cât mai aproape de cel vechi cu scopul de a se putea menţine continuitatea observaţiilor şi a se întocmi relaţiile dintre datele provenite de la cele două staţii. Ambele staţii trebuie să funcţioneze în paralel timp de cel puţin trei luni, cuprinzând în această perioadă minimum 75% din amplitudinea anuală a nivelurilor.

BCU IAŞI / CENTRUL UNIVERSITAR LIBRARY

Cu datele provenite de la cele două staţii se întocmeşte un grafic al nivelurilor corespondente (fig. 2), iar cu ajutorul valorilor corespunzătoare punctelor caracteristice din grafic se trasează corelaţia redată în fig 3.

Stabilirea nivelurilor (sau debitelor) la staţia nouă pentru perioada anterioară instalării ei se face cu ajutorul ecuaţiei:

$$H_n = a + n \cdot H_v$$

unde: H_n - nivelurile la staţia hidrometrică nouă;
H_v - nivelurile la staţia hidrometrică veche;
a - ordonata la origine pe axa H_n;
n - panta dreptei de corelaţie faţă de axa $H_v \cdot (tg\ \alpha)$

2.1.3. Clasificarea staţiilor hidrometrice

Aceasta se poate efectua după mai multe criterii. Astfel, după durata de activitate, staţiile hidrometrice pot fi permanente şi temporare, după destinaţie - de bază, operative şi speciale, iar după specificul instalaţiei - simple (cu piloţi, mire hidrometrice mixte), cu transmitere (de pe poduri, prin lanţuri, mecanică, hidraulică, electrică, radio), înregistratoare.

2.2. Staţiile hidrometrice de lac

Studiul hidrologic al lacurilor necesită, de asemenea, înfiinţarea unor staţii hidrometrice, care să îndeplinească o serie de condiţii în ce priveşte reprezentativitatea teritorială a lacurilor alese, amplasarea corectă a staţiilor, programul de măsurători şi observaţii etc.

Diversitatea genetică a lacurilor şi distribuţia lor neuniformă în teritoriu, particularităţile morfometrice şi hidrice variate, fac ca alegerea numărului de staţii din reţea, amplasarea lor, precum şi stabilirea unui program de observaţii şi măsurători adecvat, să fie destul de dificile.

BCU IAŞI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

2.2.1. Amplasarea staţiilor hidrometrice

Numărul de staţii hidrometrice de pe lac şi aşezarea lor depinde în primul rând de suprafaţa (tabelul nr.3) şi volumul de apă pe care îl înmagazinează cuveta acestuia.

Tabelul nr.3

Relaţia dintre suprafaţa lacului şi numărul de staţii hidrometrice şi amplasarea lor

Suprafaţa lacului (km^2)	Numărul minim de staţii	Amplasarea staţiilor
< 10	1	-
10 - 100	2	Diametral opus
> 100	4	Uniform pe perimetru şi în apropiere de vărsarea afluenţilor

Pe râurile sau pâraiele care izvorăsc sau se varsă în lac se instalează, de asemenea, staţii hidrometrice, care prin datele furnizate oferă posibilitatea efectuării de prognoze şi a calculelor de bilanţ.

Verticalele de măsurare se fixează în locuri caracteristice ale lacului: în zona litorală, în zona centrală, în golfuri, la ieşirea râurilor din lac şi la vărsarea afluenţilor în lac. Numărul verticalelor de măsurare depinde de mărimea lacului şi nu este mai mic de 2 - 3.

Condiţiile impuse de sectorul de lac unde urmează a se instala staţia hidrometrică sînt următoarele:

- linia malurilor să nu prezinte sinuozităţi prea accentuate;
- malul să nu aibă înclinarea prea accentuată;
- malul să fie stabil, apărat contra loviturilor valurilor,

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

împingerii gheţii, izbiturilor vaselor;

- în sectorul staţiei să nu se verse afluenţi importanţi, care ar putea depune aluviuni însemnate;

- în sectorul staţiei să poată avea loc în mod curent schimbul de apă;

- profilul staţiei să fie aşezat aproximativ în mijlocul sectorului (sectorul staţiei poate avea o lungime de 50 ... 200 m);

- sectorul să nu fie, pe cât posibil invadat de vegetaţie acvatică.

Condiţiile necesare pentru locul de amplasare a plutei evaporimetrice sunt următoarele:

- lacul pe care se instalează pluta este indicat să aibă o suprafaţă de apă liberă de minimum 4 ... 5 ha, iar adâncimea de minim 1 m la ape scăzute;

- distanţa de la un mal mai înalt sau împădurit complet să fie de aproximativ 10 ori înălţimea obstacolelor respective şi cel puţin 100 m;

- distanţa de la plută până la porţiunea din lac cu vegetaţie acvatică să fie de minim 100 m.

2.2.2. Elementele hidrice şi meteorologice care se măsoară la staţiile hidrometrice

Elementele hidrice asupra cărora se fac observaţii şi măsurători sunt: nivelurile apei, valurile şi şeişele, curenţii de suprafaţă şi de profunzime, aluviunile în suspensie, târâte şi sedimentate, temperatura apei, transpiraţia plantelor acvatice şi evapotranspiraţia, culoarea şi transparenţa apei, caracteristicile chimice ale apei, modificări ale liniei ţărmului.

Dintre elementele meteorologice care se măsoară la staţiile hidrometrice de lac menţionăm următoarele: temperatura aerului, presiunea atmosferică, umiditatea aerului, precipitaţiile atmosferice, caracteristicile vântului.

Deoarece caracteristicile elementelor hidrice ale lacurilor variază în diferitele părţi ale acestora şi în timpul anului,

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

măsurarea lor se efectuează atât la staţiile hidrometrice situate la mal, cât şi în anumite verticale sau de-a lungul anumitor profile. Verticala de radă* reprezintă verticala fixă de larg situată în locul cel mai reprezentativ de pe suprafaţă lacului sau de pe un sector de lac, suficient de adânc şi în care se execută permanent măsurători după un program dinainte stabilit. Măsurătorile care se execută pe profile se fac în anumite perioade ale anului în una sau mai multe verticale. Numărul verticalelor şi al punctelor de pe fiecare verticală în care se execută măsurători depinde de caracterul expediţiei, de tipul de măsurători ce se execută, precum şi de tipul de lac asupra căruia se fac determinări.

Măsurătorile la staţiile hidrometrice se efectuează la orele 7 şi 17. Măsurătorile din verticala unde este aşezată instalaţia de măsurat evaporaţia la suprafaţa apei şi factorii meteorologici corelaţi se execută la orele 7, 13 şi 19.

2.3. Staţiile hidrometrice de interfluviu (de versant)

Situate pe teritoriile dintre obiectivele acvatice, staţiile hidrometrice de versant au rolul de a completa fondul de date necesar în studiul producerii, evoluţiei şi repartiţiei scurgerii.

La staţiile hidrometrice de interfluviu elementele hidrometeorologice (precipitaţii lichide, zăpada şi evaporaţia de la suprafaţa apei, a solului sau a zăpezii etc.) se măsoară pe platformele al căror amplasament trebuie să îndeplinească anumite condiţii (vezi capitolul 10).

Staţiile hidrometrice de interfluviu pot ocupa orice poziţie pe versant, dacă locul îndeplineşte condiţiile cerute. Astfel de staţii se pot întâlni aproape de cumpăna apelor sau la mijlocul versantului, precum şi în apropierea râurilor sau lacurilor. Dacă

---

* radă - zonă de apă din vecinătatea unei coaste, apărată de valuri şi de curenţi

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

staţia hidrometrică de interfluviu se află lângă o staţie meteorologică sau hidometrică de râu sau de lac, ea se poate contopi din punct de vedere organizatoric, în sensul că măsurătorile se fac de un singur observator, datele au un circuit comun, controlul se efectuează în acelaşi timp etc.

În cadrul staţiilor hidrometrice de versant se măsoară următoarele elemente hidrice şi meteorologice: grosimea şi densitatea stratului de zăpadă, evaporaţia de la suprafaţa solului, apei şi a zăpezii, precum şi o serie de factori de care depind elementele enumerate (precipitaţii lichide, temperatura aerului şi a solului, umiditatea aerului şi a solului, viteza şi direcţia vântului, nebulozitatea).

Măsurătorile asupra stratului de zăpadă (nivometria) şi cele asupra evaporaţiei (evaporimetria) constituie activitatea de bază a staţiilor de interfluviu. Staţiile hidrometrice de interfluviu la care se execută în principal măsurători asupra grosimii şi densităţii zăpezii cuprinde trei categorii de terenuri nivometrice: platforme reduse, parcele de măsurare şi suprafaţe de control, care se deosebesc între ele prin mărimea întinderii şi frecvenţa măsurătorilor. Pe terenurile nivometrice se efectuează şi măsurători asupra evaporaţiei de la suprafaţa zăpezii.

Staţiile hidrometrice de interfluviu cu platforme evaporimetrice se pot împărţi în trei subtipuri şi anume: staţii la care se măsoară evaporaţia la suprafaţa apei şi a zăpezii; staţii la care se măsoară evaporaţia la suprafaţa solului şi a zăpezii; staţii la care se fac toate cele trei tipuri de măsurători de evaporaţie.

2.4. Staţii hidrologice experimentale şi bazine reprezentative

Cercetarea proceselor formării scurgerii în bazine hidrografice mici, cu suprafeţe de ordinul câtorva zeci de kilometri pătraţi şi mai mici, reprezintă una din problemele importante ale hidrologiei. Până în prezent estimarea parametrilor

hidrologici ai râurilor mici s-a făcut cu ajutorul datelor obţinute la râuri cu suprafeţe de bazin mult mai mari. Analogia hidrologică utilizată în mod curent devine mai greu de aplicat în cazul micşorării accentuate a suprafeţei bazinului, datorită erorilor care pot să apară şi care depăşesc cu mult cerinţele normale impuse. Explicaţia constă în faptul că procesul formării scurgerii în bazine mici diferă faţă de cele ce se realizează în bazine mijlocii şi mari. În cazul bazinelor hidrografice mici zonalitatea geografică încetează să se mai reflecte în procesul scurgerii. În această situaţie, metodologia de cunoaştere nu se mai poate baza pe o reţea de staţii hidrometrice care să permită interpolarea geografică, ci trebuie alcătuită o reţea reprezentativă pentru situaţii tipice.

Organizarea cercetărilor în asemenea bazine presupune stabilirea detaliată a regimului hidrometeorologic pe baza cunoaşterii tuturor factorilor care participă la formarea acestuia, precum şi a interdependenţelor dintre ei.

Cercetarea unor legităţi privind formarea scurgerii pe versanţi, prin modificarea dirijată a factorilor genetici în bazinul respectiv, se realizează în cadrul staţiilor sau bazinelor experimentale. În aceste unităţi regimul hidrologic este modificat de om prin transformarea voită a principalilor factori care concură la formarea scurgerii.

2.4.1. Criterii de alegere a bazinelor reprezentative şi a staţiilor experimentale

În alegerea unităţilor care urmează a fi amenajate ca bazine reprezentative se au în vedere o serie de criterii:

- bazinul propus să prezinte o diversitate a condiţiilor fizico-geografice, iar subbazinele să aibă forme cît mai variate (alungite, evantai, etc.);
- bazinul ales să fie tipic pentru teritorii cît mai extinse;
- existenţa în cuprinsul bazinului reprezentativ a unor

BCU IAŞI CENTRALĂ UNIVERSITARĂ LIBRARY

subbazine care să permită dezvoltarea unor cercetări experimentale;

- existenţa unei omogenităţi cât mai mari a condiţiilor de subteran pentru a nu se aduce corective în parametrii scurgerii;

- gradul de folosire a cursurilor de apă din bazinul reprezentativ să fie cât mai redus, pentru a nu influenţa regimul hidric;

- existenţa unei staţii meteorologice în cuprinsul bazinului reprezentativ sau în vecinătatea acestuia, care să furnizeze date pe perioade îndelungate;

- existenţa unei reţele electrice bine dezvoltate care să permită utilizarea pe scară largă a aparaturii automatizate;

- existenţa aşezărilor omeneşti în cuprinsul bazinului, de unde să se asigure personalul necesar pentru efectuarea observaţiilor şi măsurătorilor, precum şi supravegherea aparaturii de măsurare a elementelor hidrometeorologice.

La alegerea bazinelor şi staţiilor experimentale, criteriul principal nu mai este cel al reprezentativităţii fizico-geografice. Pentru alegerea bazinelor sau arealelor destinate cercetărilor experimentale este necesar ca acestea să îndeplinească o serie de condiţii ca:

- posibilitatea măsurării tuturor termenilor bilanţului hidric;

- diversitatea mare a factorilor care influenţează scurgerea;

- omogenitatea cât mai mare a condiţiilor de subteran, cu scopul asigurării posibilităţilor de urmărire cât mai riguroasă a dinamicii apei în zonele de aeraţie şi freatice;

- posibilitatea aplicării unei tehnici experimentale corespunzătoare prin asigurarea unor condiţii ca: accesibilita-- surse de energie, utilaje, baza tehnico-materială;

- alegerea amplasamentului bazinului sau staţiei experimentale într-o zonă de interferenţă a intereselor economice legate de gospodărirea raţională a resurselor de apă şi fond funciar, astfel ca beneficiarii rezultatelor cercetărilor să fie cât mai numeroşi.

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

2.4.2. Dotarea bazinelor reprezentative şi a staţiilor experimentale

Toate bazinele reprezentative trebuie să dispună de secţiuni de curgere cu ajutorul cărora să se urmărească variaţia scurgerii pe fiecare subbazin. Secţiunile de scurgere trebuie să dispună de aparatură necesară citirii şi înregistrării nivelurilor (mire, limnigraf),măsurării debitelor (morişti, cronometre, etc.), măsurării debitelor de aluviuni (batometre simple sau cu ajustaj, sonde pentru recoltarea probelor de fund, etc.),măsurării temperaturii apei şi aerului (termometre). Pentru determinarea precipitaţiilor care generează scurgerea, toate bazinele trebuie să fie dotate cu pluviografe, dublate de pluviometre totalizatoare. Măsurarea zăpezii (grosime şi densitate) se face fie în cadrul unor parcele nivometrice, care funcţionează pe lângă fiecare secţiune de scurgere, atât în zona despădurită, cât şi în pădure, fie expeditionar, pe profiluri nivometrice stabilite în zone caracteristice ale bazinului respectiv.

Pentru efectuarea programelor de experimentări, staţiile trebuie dotate cu construcţii hidrometrice speciale şi instalaţii experimentale. Astfel, din rândul construcţiilor hidrometrice speciale fac parte: platformele experimentale de bilanţ;parcele de scurgere superficială; platforme impermeabilizate pentru cercetări nivometrice; bazine evaporimetrice pentru studiul evaporaţiei de la suprafaţa apei; secţiuni betonate, dotate cu limnigrafe, pentru controlul scurgerii apei pe subbazine; puţuri de control pentru nivelul şi debitul stratului acvifer, lizimetre pentru determinarea în timp a variaţiei evapotranspiraţiei. Dintre instalaţiile experimentale menţionăm: instalaţiile de ploaie artificială de diverse durate şi intensităţi, instalaţii radiometrice pentru măsurarea diferitelor elemente ale scurgerii; instalaţii pentru măsurarea umidităţii solului. Dotarea staţiilor experimentale evaporimetrice se face în concordanţă cu scopurile urmărite şi anume pentru măsurarea evaporaţiei de la suprafaţa apei, solului şi zăpezii.

2.5. Reţeaua hidrometrică a râurilor în regim amenajat

Pe măsura dezvoltării diverselor activităţi social economice în cuprinsul bazinelor hidrografice sau în regiunile limitrofe acestora, regimul de scurgere a râurilor se modifică. Ca urmare, se poate ajunge la situaţia ca la vechile staţii hidrometrice să se înregistreze la un moment dat sau cu timpul, un regim natural modificat substanţial, care numai are semnificaţia directă pentru potenţialul resurselor naturale de apă.

Pe râurile folosite, cu regim de scurgere în albii modificat, activitatea hidrometrică generală trebuie să fie adaptată noilor condiţii create. În acest sens, este necesar să se aibă în vedere următoarele:

- identificarea şi inventarierea tuturor folosinţelor existente pe râuri;
- în funcţie de dinamica dezvoltării folosinţelor se vor actualiza trimestrial, semestrial sau anual toate datele necesare reconstituirii scurgerii râurilor;
- se va prefera controlul scurgerii în secţiunile construcţiilor şi instalaţiilor hidrotehnice decât la staţiile hidrometrice în profile libere (de tip tradiţional), deoarece acestea dispun de regulă de utilaje hidrometrice sau permit instalarea necostisitoare a acestor utilaje. În general, la lucrările hidrotehnice există o foarte bună stabilitate a legăturilor necesare pentru calculul debitelor de apă, legături de tipul cheilor limnimetrice;
- la captările şi derivaţiile folosinţelor selectate se va organiza activitatea hidrometrică integrată în reţeaua hidometrică de bază;
- se vor înfiinţa staţii hidrometrice distincte sau secţiuni satelit ataşate unei alte staţii hidrometrice principale;
- la lacurile selectate pentru reconstituirea scurgerii naturale se vor realiza toate condiţiile pentru observarea în condiţii de calitate foarte bună a nivelurilor apei şi se va

asigura continuitatea observaţiilor şi instalarea unor mire de rezervă;

- selectarea folosinţelor consumatoare de apă şi a lacurilor de acumulare pentru reconstituirea scurgerii naturale se vor examina periodic, de regulă anual;

- la toate lacurile selectate pentru efectuarea reconstituirii scurgerii naturale, urmărirea legăturii dintre volumul lacului şi nivelul apei în lac W=f(H)* devine o activitate hidrometrică principală;

- ridicările periodice ale cuvetei lacurilor de acumulare selectate şi actualizarea legăturilor W=f(H) se recomandă a fi astfel conduse încât la oricare nivel al apei în lac, volumul apei să nu se schimbe (micşoreze de regulă) cu mai mult de 10%;

- o atenţie deosebită se va acorda lacurilor de acumulare cu ritm de colmatare ridicat;

- în cazul mai multor folosinţe cu debite relativ mici şi cu valori apropiate, determinarea debitelor consumate se va face prin lucrări expediţionare, desfăşurarea lor devenind activitate principală pentru toate staţiile care au în preocupare râuri cu folosinţă de tip sezonier;

- la fiecare dintre folosinţele neselectate pentru reconstituirea scurgerii naturale se recomandă să se efectueze cel puţin o măsurătoare de control pe an;

- staţiile hidrologice vor informa organele de gospodărire a apelor asupra neconcordanţelor constatate, pe baze hidrometrice, între autorizaţiile de folosinţe şi debitele utilizate. În acest sens, staţiile hidrologice vor informa în scris serviciile hidrologice de la filialele teritoriale prin rapoarte trimestriale, iar în caz de necesităţi (perioade de restricţii etc.) ori de câte ori este nevoie.

---

* W - volumul lacului - m^3
H - nivelul apei lacului - H cm
f - funcţie

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

2.6. Reţeaua hidrometrică a apelor subterane

Variaţia în timp şi spaţiu a caracteristicilor apelor subterane se poate urmări prin intermediul datelor ce provin din reţeaua de staţii hidrogeologice. Aceasta cuprinde deopotrivă apele freatice şi cele de adâncime. Prioritate se acorda reţelei de puţuri de observaţii pentru studiul apelor freatice.

Datorită întinderii lor bidimensionale, straturile freatice trebuie studiate local după o tehnică diferită de aceea a cursurilor de apă de suprafaţă, care sunt filiforme. Reţeaua de staţii constă din puncte de măsurare alcătuite din foraje singulare sau grupate în triunghiuri, care permit determinarea direcţiei şi sensului de curgere a curentului subteran. Modul de repartizare a forajelor depinde de natura structurilor freatice şi de interacţiunea acestora cu apele de suprafaţă. Pentru studii aprofundate privind interacţiunea apelor de suprafaţă cu cele subterane, se utilizează foraje amplasate pe aliniamente perpendiculare pe cursul de apă, respectiv pe hidroizohipse.

2.6.1. Organizarea şi clasificarea staţiilor hidrogeologice

Pentru satisfacerea cerinţelor de ordin ştiinţific şi practic, reţeaua de staţii hidrogeologice trebuie să fie în aşa fel organizată încât să îndeplinească următoarele condiţii:

- să fie reprezentativă, economică şi suficientă, acoperind în întregime toată variaţia de condiţii hidrogeologice din teritoriul pe care este organizată;
- să fie repartizată în strânsă corelaţie cu reţeaua de staţii hidrometrice de râu şi cu reţeaua de bazine şi staţii reprezentative şi experimentale.

În funcţie de particularităţile geomorfologice ale teritoriului în care sunt amplasate, staţiile hidrogeologice se pot separa în două grupe. Prima include staţiile hidrogeologice din regiunile de munte şi dealuri înalte, iar cea de a doua pe cele specifice regiunilor de podiş, de depresiuni şi de câmpie. Între

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

cele două categorii de staţii apar diferenţieri în ce priveşte durata, caracterul şi tipul observaţiilor. Astfel, la staţiile hidrogeologice din regiunea de munte observaţiile au un caracter temporar sau staţionar. În schimb la staţiile din regiunile de podiş, de depresiuni şi de câmpie, predomină caracterul staţionar al observaţiilor, de obicei de lungă durată.

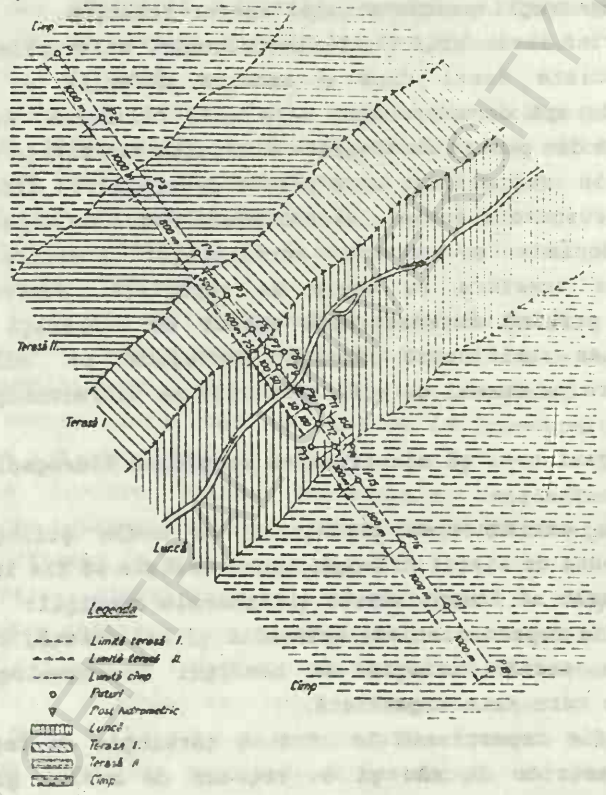


Fig.4 Amplasarea forajelor la o staţie hidrogeologică de ordinul I

După obiectivele urmărite, staţiile hidrogeologice din unităţile morfologice amintite, au fost separate în două categorii: de ordinul I şi II.

Staţiile hidrogeologice de ordinul I sînt constituite dintr-un

aliniament perpendicular pe cursul râului , compus din mai multe foraje, care sunt amplasate pe ambele maluri şi urmăresc albiile majore, terasele şi câmpul (fig. 4).

Scopul principal al acestor staţii este studierea legăturii care există între apele subterane şi curgerea din albiile minore ale râurilor.

Prin observaţiile ce se efectuează la aceste staţii se pot rezolva o serie de probleme referitoare la:

- alimentarea râurilor din apele subterane, în perioadele curgerii minime în albii;
- alimentarea apelor freatice din apele curgătoare în timpul viiturilor;
- influenţa scurgerii superficiale asupra regimului hidrogeologic;
- stabilirea bilanţului apelor freatice pe teritoriile considerate;
- prognoza variaţiilor de nivel şi a chimismului apelor freatice;
- posibilităţi de alimentare cu apă a localităţilor, a unităţilor industriale, a sistemelor de irigaţii etc.

Staţiile hidrogeologice de ordinul II sunt constituite, de obicei, dintr-un singur puţ şi în mod excepţional din două. Ele sunt amplasate pe interfluvii şi au ca scop principal studierea regimului apelor freatice. Prin observaţiile efectuate la aceste staţii se rezolvă aceleaşi probleme ca şi în cazul staţiilor de ordinul I, cu excepţia aspectelor privind raporturile reciproce dintre râuri şi apele subterane.

Organizarea reţelei de staţii hidrogeologice are la bază două criterii. Primul se referă la repartiţia teritorială a staţiilor, iar al doilea la alegerea amplasamentului fiecărei staţii în parte.

În ce priveşte repartiţia teritorială a staţiilor trebuiesc avute în vedere următoarele:

- condiţiile geologice, geomorfologice şi hidrogeologice ale teritoriului;
- densitatea staţiilor să se realizeze în funcţie de raioanele

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

hidrogeologice conturate anterior şi de necesitatea rezolvării problemelor structurale din teritoriul respectiv;

- soluţionarea unor probleme fundamentale cerute de economia regiunii.

Alegerea amplasamentului staţiei hidrogeologice trebuie făcută separat pentru fiecare categorie de ordine. Astfel, în cazul staţiilor de ordinul I se vor avea în vedere următoarele:

- amplasamentul staţiei se va situa în apropierea unei staţii hidrometrice pentru a se putea asigura corelarea observaţiilor făcute la cele două staţii;

- amplasamentul unei staţii se va extinde pe mai multe microforme de relief (luncă, terasă, câmp) pentru a se putea pune mai bine în evidenţă influenţa reciprocă dintre apele curgătoare şi cele subterane;

- puţurile de pe aliniamentul unei staţii să fie repartizate până la o distanţă de 2-6 km de râu pentru a se determina cât mai corect rezervele de apă şi variaţiile regimului hidrogeologic;

- repartiţia puţurilor pe aliniament trebuie să se realizeze sub forma unui profil aproximativ perpendicular pe direcţia de curgere a râului. Pentru faza iniţială de studiu, în acest profil se pot amplasa puţuri sub forma unui triunghi în vederea determinării sensului şi vitezei de curgere a apei freatice, cât şi a gradientului hidraulic (panta hidraulică);

- puţurile din cadrul unei staţii sunt distribuite pe ambele maluri ale râului;

- distanţa dintre puţuri trebuie să fie cu atât mai mare cu cât distanţa faţă de râu creşte;

- este necesar ca majoritatea puţurilor să fie perfecte în stratul acvifer propriu-zis şi numai o parte (20%) în stratele freatice sezoniere (temporare);

- fiecare staţie trebuie să fie alcătuită din 4-18 puţuri, deci între 2 şi 9 pe fiecare mal. Numărul puţurilor din care trebuie să fie alcătuită o staţie este în funcţie de numărul subdiviziunilor hidrogeologice locale, precum şi de caracteristicile fiecărei subdiviziuni în parte;

BCU CENTRALA UNIVERSITARA LIBRARY

- să se evite amplasarea puţurilor pe versanţi, în zonele meandrate, în apropiera construcţiilor hidrotehnice şi a bazinelor de acumulare, care modifică regimul natural al apelor subterane;

- numerotarea puţurilor din cadrul unei staţii se va face dinspre malul stâng spre malul drept al râului.

În cazul staţiilor hidrogeologice de ordinul II, amplasarea lor se face pe interfluvii, pentru a se studia regimul apelor freatice independent de cel al apelor curgătoare. Numai în cazuri speciale determinate de anumite solicitări, staţiile se vor amplasa în lunci, completând staţiile de ordinul I.

De obicei, amplasarea staţiilor se face în apropierea staţiilor meteorologice, cu scopul de a se putea face o corelaţie între datele de observaţii provenite de la cele două categorii de staţii: hidrogeologice şi meteorologice.

Fiecare staţie cuprinde un număr de 1-2 puţuri, care sunt amplasate în puncte izolate, în funcţie de factorii meteorologici.

Densitatea puţurilor este în funcţie de raionarea adâncimii apelor freatice dintr-o unitate morfologică. Astfel, la adâncimi sub 5 m se prevede o densitate de un puţ la 16-20 km^2, la adâncimi peste 5 m, densitatea este de un puţ la 20-40 km^2, iar pentru adâncimi cuprinse între 10-40 m, densitatea este de un puţ la 80-100 km^2.

Puţurile trebuie să intercepteze atât stratul freatic sezonier, cât şi stratul freatic propriu-zis.

Se va evita amplasarea staţiilor în perimetrul comunelor, în zonele de confluenţă a râurilor, în apropierea bazinelor de acumulare şi a construcţiilor hidrotehnice.

2.6.2. Observaţiile de la staţiile hidrogeologice

Observaţiile ce se efectuează la staţiile hidrogeologice se separă în două grupe: preliminare şi de durată.

Observaţiile preliminare, adică cele efectuate înainte de definitivarea puţurilor, se deosebesc de cele de durată, prin faptul că ele se referă atât la compoziţia litologică, cât şi la

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

caracteristicile hidrogeologice întâlnite în forajele efectuate.

Observaţiile preliminare constau din determinarea structurii de litofacies a formaţiunilor străbătute, care se realizează prin analiza de probe luate sistematic din întreaga coloană stratigrafică, în vederea delimitării stratelor şi mai cu seamă a celor purtătoare de apă. Pentru fiecare puţ se fac, în medie, următoarele analize: cinci analize granulometrice, două analize hidrochimice, o analiză biologică, realizate în institute de specialitate. Pentru anumite zone, unde necesităţile economice le cer, se determină în detaliu compoziţia mineralogică şi petrografică a rocilor, precum şi proprietăţile lor fizico-mecanice (granulometria, greutatea specifică, greutatea volumetrică, porozitatea, capacitatea de înmagazinare a umidităţii, etc.).

În vederea determinării coeficientului de permeabilitate a stratelor acvifere s-au prevăzut, pe lîngă puţurile de observaţii definitive, şi puţuri de observaţii provizorii.

După definitivarea puţurilor se vor ridica prin nivelment şi se vor transcrie în planul de situaţie cotele de: teren, buză, burlan, precum şi o mîră râu, etc.

Observaţiile de durată constau în: determinarea nivelului apelor freatice, pompări experimentale, analize hidrochimice, etc.

Concomitent cu determinările de niveluri se fac măsurători asupra temperaturii apelor freatice. Pompările experimentale au ca scop determinarea debitului specific şi studierea permeabilităţii, cât şi evaluarea potenţialului de acumulare a rocilor magazin. Analizele hidrochimice se fac pe baza a două probe recoltate în timpul pompărilor experimentale, prima la 10-20 minute după ce a început pomparea, iar a doua la sfârşitul ei, adică în timpul denivelărilor maxime.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

2.7. Dezvoltarea hidrometriei în România

Organizarea reţelei hidrometrice din ţara noastră a început din a doua jumătate a secolului al XIX-lea şi a fost impusă de reglementarea navigaţiei pe Dunăre şi de folosirea unor râuri interioare pentru navigaţie şi în agricultură. Astfel, primele măsurători hidrometrice s-au făcut pe Dunăre la posturile Orşova (1838) şi Drencova (1854). Cerinţele navigaţiei fluviale au impus înfiinţarea de noi posturi hidrometrice de-a lungul Dunării: Baziaş (1874) şi Galaţi (1875).

Pe râurile interioare prima reţea de posturi hidrometrice s-a organizat în Transilvania şi Banat, începând cu anul 1853. Astfel, cele mai vechi posturi, care funcţionează şi în prezent sînt: Radna (1853), Săvârşin (1859) şi Arad (1861) pe Mureş; Sighet (1868) pe Tisa superioară, Satu Mare (1868) pe Someş; Lugoj (1874) pe Timiş; Apahida (1877) pe Someşul Mic etc. Pe râurile din teritoriile menţionate activitatea hidrometrică se îmbunătăţeşte după 1881 odată cu organizarea celor opt regiuni hidrografice (Cluj, 1881; Arad, 1892; Braşov, 1893; Timişoara, 1896; Aiud, 1897; Oradea, 1899; Sibiu, 1901; Sighet,1909) şi a serviciului de anunţare a viiturilor pe Tisa, în 1892. Astfel, se ajunge ca în preajma secolului al XX-lea să funcţioneze 42 de posturi distribuite pe Someş (5), Barcău (1), Crişuri (12), Mureş (8), Bega (6), Timiş (7), Pogăniş (1), Bîrzava (1) şi Tisa superioară (1). În restul provinciilor ţării, primele posturi hidrometrice se înfiinţează începând cu anul 1914, când s-a întocmit primul anuar hidrografic românesc. Cele mai vechi posturi din sudul ţării sunt Podari (1914) pe Ialomiţa, Ungheni (1914) şi Drânceni (1915) pe Prut, Cârnu (1915) pe Bistriţa (a funcţionat până la construcţia hidrocentralei de la Bicaz). Programul posturilor hidrometrice se rezumă la observarea nivelurilor, măsurarea temperaturii apei şi aerului.

În perioada dintre cele două războaie mondiale ca urmare a înfiinţării Serviciului hidrografic (1925) se dezvoltă reţeaua hidrometrică şi se îmbogăţeşte programul de observaţii.

Un rol important în cercetarea oceanografică atât la ţărmul Mării Negre, cât şi pe platforma litorală l-au avut instalarea primului maregraf la Constanţa în 1933, precum şi activitatea Serviciului hidrografic al marinei militare şi a Direcţiei generale a porturilor şi căilor de comunicaţie.

Prin înfiinţarea Direcţiei generale hidrometeorologice (1951), care ulterior a avut diferite denumiri s-au pus bazele dezvoltării moderne a hidrometriei organizîndu-se şi reţeaua hidrometrică cu observaţii şi măsurători atât pe râuri, lacuri, pe litoralul Mării Negre, precum şi asupra apelor subterane. Astfel, în anul 1952 s-a înfiinţat reţeaua de posturi hidrometrice pe lacuri şi în Delta Dunării. S-au introdus observaţii asupra evaporaţiei la suprafaţa apei pe lacuri (din 1954) şi în bazine aflate pe interfluvii (din 1956). În 1958 a început studierea complexă în zona de litoral şi în largul Mării Negre. După 1970 se trece la organizarea staţiilor hidrologice experimentale şi a bazinelor reprezentative.

Fondul de date hidrologice a fost, încă de la înfiinţarea Serviciului hidrografic, prelucrat şi publicat în anuare hidrologice, iar recent şi în anuare hidrogeologice.

În vederea trecerii la prelucrarea automată a datelor s-a elaborat în Institutul de Meteorologie şi Hidrologie o nouă tehnologie care să permită folosirea directă a fişelor din reţea la calculatoarele electronice, după care să rezulte fişa tip anuar.

În ceea ce priveşte depozitarea datelor s-a trecut deja la înscrierea acestora pe benzi magnetice. De asemenea, se are în vedere perfecţionarea şi automatizarea sistemului informaţional care să ducă la elaborarea prognozelor şi la avertizarea fenomenelor hidrologice periculoase.

Cercetările marine au cunoscut, de asemenea, o intensificare prin observaţiile permanente care se fac atât la ţărm, între Sulina şi Mangalia, asupra nivelurilor, valurilor şi temperaturii, cât şi pe platforma continentală asupra curenţilor, temperaturii, salinităţii, productivităţii biologice etc. prin expediţii periodice, întreprinse de Direcţia hidrografică marină, de

Institutul român de cercetări marine, de Institutul de Meteorologie şi Hidrologie, etc.

Înfiinţat în 1884, Institutul Naţional de Meteorologie şi Hidrologie este o instituţie de interes public, specializată în investigarea şi supravegherea proceselor şi fenomenelor ce caracterizează mediile aerian şi hidric. Împreună cu cele 13 filiale teritoriale (Cluj, Oradea, Tg.Mureş, Timişoara, Craiova, Râmnicu Vâlcea, Piteşti, Bucureşti, Ploieşti, Buzău, Bacău, Iaşi şi Constanţa) organizate pe bazine hidrografice, la care se adaugă filiala pentru exploatarea în comun a nodului hidrotehnic Stânca Costeşti pe râul Prut, aparţine Regiei Autonome "Apele Române" (fig. 5).

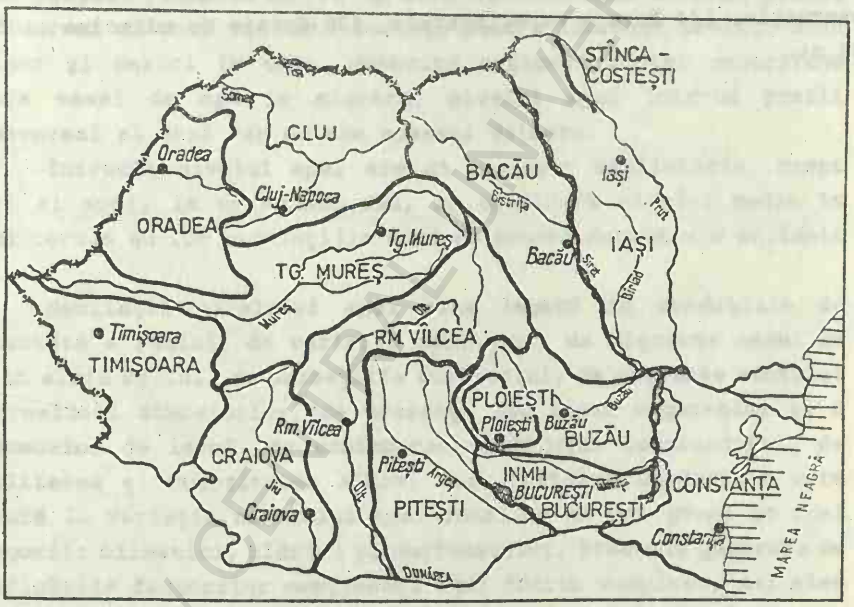


Fig.5 Harta cu filialele teritoriale ale R.A. Apele române

Dintre preocupările operaţionale ale Institutului Naţional de Meteorologie şi Hidrologie, care îi asigură statutul de unicat pe

plan naţional, trebuie menţionată şi aceea de constituire şi gestionare a fondului naţional de date meteorologice şi hidrologice. În acest sens şi pentru supravegherea mediilor aerian şi hidric, în cadrul instituţiei funcţionează mai multe tipuri de reţele specializate (meteorologică, hidrologică şi hidrogeologică). Reţeaua hidrologică este compusă din staţii hidrologice (67), staţii hidrometrice (1055), staţii la folosinţe de apă (377), secţiuni satelit (904), staţii evaporimetrice (80), bazine mici experimentale şi reprezentative (30), lacuri pentru studiul colmatării (25), puncte de măsurare la izvoare (541).

Reţeaua hidrogeologică este compusă din 2776 foraje de ordinul I, 1437 foraje de ordinul al II-lea, 50 foraje de observaţie, 134 foraje experimentale, 420 foraje de adîncime (100-500 m).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3. OBSERVAREA, MĂSURAREA ŞI PRELUCRAREA NIVELURILOR APEI RÂURILOR

Prin nivel se înţelege altitudinea unui punct situat pe suprafaţa liberă a apei, la un moment dat, raportată la un plan de referinţă, care poate fi nivelul mării sau un plan convenţional. Când planul de referinţă trece prin gradaţia zero a mirei atunci poartă denumirea de planul zero al mirei.

Nivelul apei se măsoară în centimetri şi se notează cu H. Cel mai frecvent nivelul apei se referă la o verticală caracteristică pentru o secţiune transversală a unui râu în totalitate sau numai parţial. Sunt situaţii în care nivelul apei într-un profil transversal al unui râu este acelaşi pentru întregul profil. Sunt desigur şi cazuri în care, datorită acţiunii forţei centrifuge asupra masei de apă în mişcare, nivelul apei într-un profil transversal al unui râu nu are aceeaşi valoare.

Întrucât nivelul apei are un caracter oscilatoriu, drept nivel al apei, la un moment dat, se consideră nivelul mediu în jurul căruia au loc oscilaţiile mici de scurtă durată ale oglinzii apei.

Oscilaţia nivelului apei este legată de condiţiile de alimentare a râului, de variaţia debitului, de mişcarea masei de apă în albia râului, de pulsaţiile curentului, de acţiunea vântului şi presiunii atmosferice, de prezenţa sau lipsa vegetaţiei şi a fenomenelor de iarnă, de schimbarea profilului longitudinal, de mobilitatea şi rugozitatea albiei etc. Mulţimea factorilor care concură la variaţia nivelului apei râurilor se pot grupa în trei categorii: climatici, hidrici şi morfometrici. Efectele generate de modificările factorilor menţionaţi sunt foarte complexe, mai ales atunci când acestea se produc simultan.

Cunoaşterea nivelurilor extreme (maxime şi minime) şi a celor mai frecvent întâlnite pe râuri prezintă o importanţă directă în activitatea de apărare contra inundaţiilor, în desfăşurarea navigaţiei, la proiectarea şi exploatarea podurilor, prizelor de apă pentru alimentarea populaţiei şi industriei, a canalizărilor,

a sistemelor de irigaţii şi desecări. O importanţă deosebită o are cunoaşterea nivelurilor pentru calculul debitelor de apă ale râurilor.

3.1. Instalaţii, aparate şi construcţii pentru măsurarea nivelurilor apei râurilor

Nivelul apei râurilor se măsoară cu ajutorul mirelor hidrometrice sau poate fi înregistrat prin intermediul unor aparate numite limnigrafe.

Mirele hidrometrice reprezintă instalaţiile principale de măsurare a nivelurilor apei prin citire directă. Ele pot fi în contact sau fără contact direct cu apa. Mirele hidrometrice pot fi fixe şi portabile.

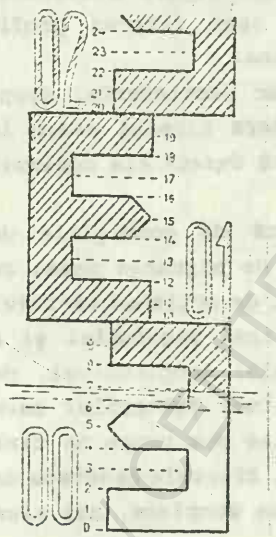


Fig.6 Gradaţiile unei plăci de mira hidrometrică

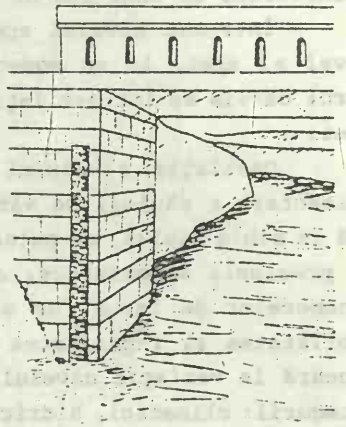


Fig.7 Fixarea plăcilor de mira pe culee de pod

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Mirele în contact direct cu apa sunt mai răspândite deoarece au o exploatare uşoară. Ele pot fi cu plăci sau fără plăci gradate.

După modul de instalare plăcile de miră pot fi verticale sau înclinate şi sunt confecţionate din aluminiu sau fontă. Plăcile de miră verticală au o lungime de 50 cm, lăţimea de 13 cm şi grosimea de 0,7 - 0,8 cm. Pe faţa lor apar în relief gradaţii în formă de E şi cifre vopsite în negru sau roşu pe un fond alb pentru a uşura citirea nivelului apei. O gradaţie reprezintă un decimetru, iar o diviziune 2 cm (fig. 6).

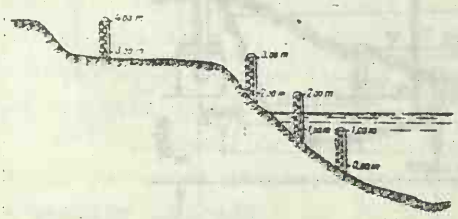


Fig.8 Fixarea plăcilor de miră pe stâlpi

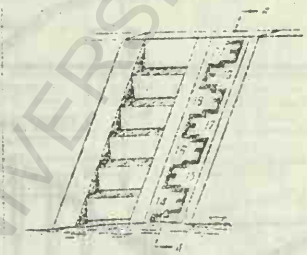


Fig.9 Fixarea plăcilor de miră pe construcţii de maluri

După modul de fixare a plăcilor de miră se disting următoarele tipuri principale de miră cu plăci:

- pe construcţii existente (unice sau fracţionate) (fig. 7);
- pe stâlpi speciali (izolaţi sau în scară) (fig. 8);
- pe construcţii speciale de mal (a-verticale şi b-înclinate) (fig. 9).

Situaţia de pe teren poate duce la cele mai diverse variante şi soluţii faţă de cele menţionate (pe pilot în albie şi pe culee existente).

Planul orizontal de referinţă trece prin gradaţia "zero" a mirei (fig. 10). Cînd suportul este alcătuit din piloţi verticali zero al staţiei trebuie să se situeze sub cel mai scăzut nivel, iar gradaţia superioară cu cel puţin 50 cm deasupra nivelului maxim cunoscut (fig. 10.).

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Plăcile mirelor înclinate sunt astfel gradate încât citirea să reprezinte centimetri pe verticală. La plăcile pentru mirele înclinate lungimea mirelor şi distanţelor dintre gradaţii sunt mai mari, în funcţie de unghiul de înclinare general. Gradaţiile de pe plăcile mirelor înclinate arată nivelul apei ca şi cum mira ar fi verticală. Pentru a fi posibilă tipizarea se folosesc mire înclinate la 45°. Lungimea unei gradaţii corespunzătoare la 2 cm pe verticală la o înclinare de 45° este egală cu 4 cm.

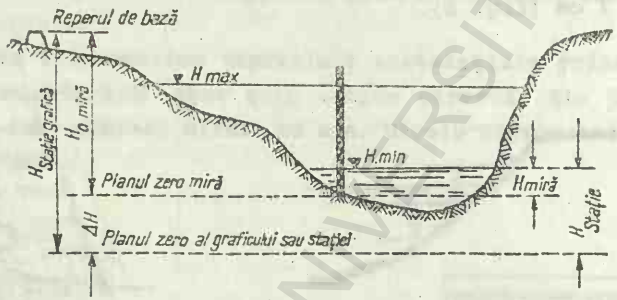


Fig.10 Planul de referinţă al unei staţii hidrometrice cu miră

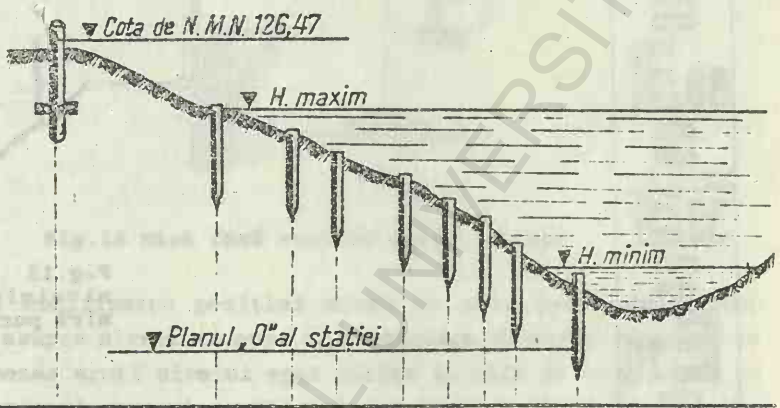
Mirele hidrometrice verticale se aşează cu faţa spre aval şi paralel cu cursul râului când se montează pe pereţii unor construcţii. Această aşezare este necesară pentru protejarea mirei împotriva loviturilor ce le-ar putea suferi în timpul curgerii sloiurilor sau altor materiale plutitoare şi pentru a se evita citirea eronată provocată de ridicarea nivelului în faţa mirei.

Mirele înclinate se instalează pe malurile taluzate care nu sunt supuse eroziunii sau aluvionării. Mirele înclinate au următoarele avantaje: sunt protejate împotriva sloiurilor şi corpurilor plutitoare; sunt mai uşor accesibile, iar la viteze mari ale curentului, ele nu provoacă remuuri. Deoarece instalarea acestor mire este mai dificilă şi mai costisitoare, ele se utilizează mai rar, mai ales în raza oraşelor, când taluzul este consolidat (fig. 9 b). Mira poate fi formată din una sau mai multe

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

tronsoane cu diferite înclinări, putând fi confecţionată din plăci metalice fixate pe un suport de lemn prins de piloţi fixaţi în mal. Pentru accesul la mire se construiesc de obicei trepte din lemn sau zidărie.

Mirele fără plăci constau din piloţi (fig. 11) faţă de care se măsoară poziţia nivelului apei cu ajutorul unor mire portabile (fig. 12). Reperele pot fi situate peste sau sub suprafaţa apei şi sunt reprezentate prin construcţii existente sau piloţi speciali (fig. 13).



Numărul pilotului	1	2	3	4	5	6	7	8
Cota pilot faţă de „0" al staţiei	4,10	3,67	3,20	2,73	2,25	1,85	1,32	0,73
Distanţa de la reper	3,25	4,75	5,60	6,95	7,85	8,55	9,35	10,58

Fig.11 Planul "0" al staţiei hidrometrice cu piloţi

Mirele fără contact direct cu apa se utilizează rar, numai acolo unde nu este posibilă folosirea celor în contact direct cu apa şi în special a mirelor cu plăci. Ele sunt situate la oarecare distanţă de obiectul măsurătorilor şi preiau mişcările nivelului apei prin diverse sisteme, putând funcţiona permanent sau numai în timpul măsurătorilor. La mirele cu funcţionare permanentă cel mai răspândit sistem este cel care utilizează un flotor şi transmiterea prin fir inextensibil, stabilitatea sistemului fiind asigurată de

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

la caz la caz, prin contragreutate şi angrenaje, în funcţie de tipul mirei (fig. 14).

Fig.12 Mîră portabilă

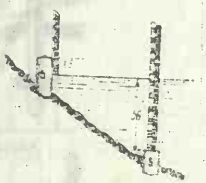


Fig.13 Citirea nivelului cu mîră portabilă

Măsurătorile de nivel de la staţiile hidrometrice se efectuează cel mai frecvent cu ajutorul mirelor plasate în profilul râului. Ca urmare pentru exactitatea măsurătorilor o condiţie de bază o constituie stabilitatea mirelor. Poziţia pe verticală a

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

mirelor hidrometrice poate fi schimbată datorită mai multor cauze dintre care menţionăm tasările construcţiilor pe care sunt instalate, ridicarea piloţilor de gheţurile în care au fost prinşi etc.

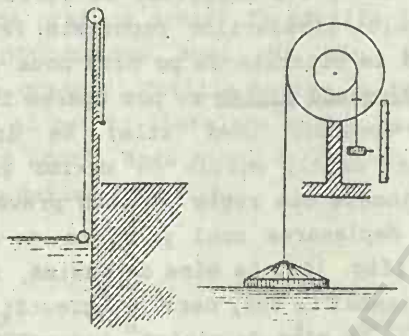


Fig.14 Mină fără contact direct cu apa

Dacă modificarea poziţiei mirei nu este semnalată atunci calculele asupra nivelului apei dau rezultate eronate. Pentru a se evita asemenea erori nivelul apei citită la mină se calculează în raport de planul zero al graficului sau staţiei situat la un plan inferior planului zero al mirei, de regulă 0,5 - 2,0 m (fig. 10). Acest plan are poziţia determinată în raport cu cota reperului de bază al staţiei situat la distanţă mai mare de apă, neameninţat de inundaţii şi alte cauze care să determine modificarea poziţiei sale.

Planul zero al graficului se stabileşte faţă de reper la distanţă pe verticală şi se notează cu $H_{0\ grafic}$ (fig. 9). Faţă de acest reper de bază se stabileşte şi planul zero al mirei la un moment dat ($H_{0\ mină}$). Pentru o poziţie a nivelului apei dată se citeşte nivelul la mină ($H_{mină}$).

Nivelul apei faţă de planul zero al graficului, plan invariabil, este H_{grafic}:

$$H_{0\ grafic} = H_{0\ mină} + \Delta H$$

$$\Delta H = H_{0\ grafic} - H_{0\ mină}$$

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Verificarea periodică a stabilităţii mirelor pe verticală este una din operaţiunile importante care însoţesc activitatea de măsurare a nivelurilor apei cu ajutorul mirelor hidrometrice.

Dacă poziţia mirei s-a modificat se recalculează valoarea lui Δ H şi în calculul nivelurilor raportate la planul zero al graficului se adaugă la citirile de pe mină noua valoare Δ H.

Nivelurile maxime sau minime ce pot apărea între citirile ce se efectuează în decursul unei zile, se înregistrează cu dispozitive speciale. Asfel, mirele de maximă şi minimă sistem Frolov sînt confecţionate din rigle de lemn prevăzute lateral cu zimţi, care permit deplasarea unui plutitor de-a lungul riglei într-un singur sens (fig. 15). La mira de maximă, indexul se poate deplasa pe verticală numai în sus, datorită greutăţii lui specifice mai mică decît a apei. La mira de minimă, indexul coboară odată cu scăderea nivelului, datorită adezivităţii apei ce se exercită asupra indexului.

Fig.15 Mirele de maximă şi minimă tip Frolov

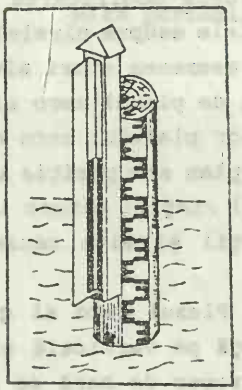
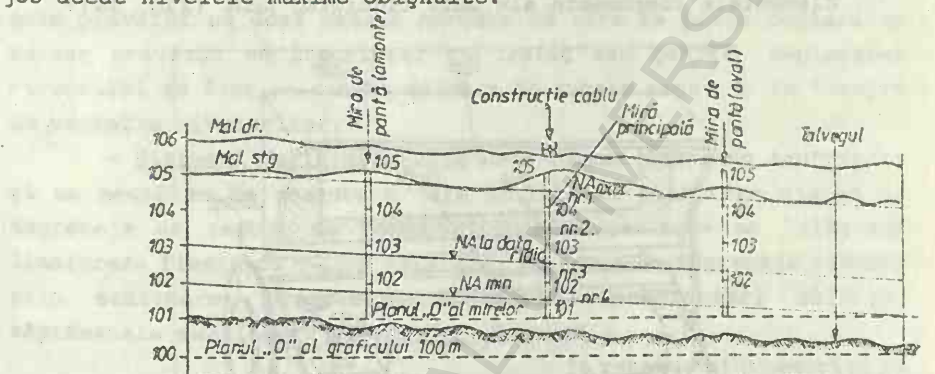


Fig.16 Mira de maximă (cutia E.V. Blizneac)

Cea mai răspândită mină de maximă din reţeaua noastră este

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

cutia martor (tip E.V.Blizneac) (fig. 16). Aceasta este de formă dreptunghiulară prevăzută cu uşă şi acoperiş, pentru a feri interiorul cutiei de precipitaţii. Suprafaţa interioară a cutiei se acoperă cu o vopsea neagră, peste care în timpul observaţiilor se aşterne un strat de praf de cretă. În părţile laterale cutia are orificii pentru pătrunderea apei din râu. Unele cutii sunt prevăzute cu rigle gradate. Cutiile martor au înălţimi variabile, între 50 şi 200 cm şi pot fi instalate unitar sau fragmentar ca şi mirele pe piloţi în scară. Baza mirei se fixează cu 15 - 20 cm mai jos decât nivelele maxime obişnuite.



Denumirea punctelor	1	2	3	4	5
Distanţa între puncte		50 m	50 m	50 m	50 m
Distanţe cumulate		50 m	100 m	150 m	200 m
Cota talvegului	101,00	100,70	100,60	100,50	100,20
Cota nivelului apei	103,00	102,83	102,60	102,40	102,30
Cota mal stîng	105,00	105,00	105,00	104,60	104,40
Cota mal drept	106,00	105,75	105,35	105,42	105,30
Natura albiei		Pietriş şi nisip			

Fig.17 Amplasarea mirelor de pantă în sectorul unor staţii hidrometrice

Nivelul până la care s-a ridicat apa se stabileşte după înălţimea la care s-a spălat stratul de cretă. Această valoare se raportează faţă de "0" al staţiei.

Panta oglinzii apei poate fi determinată cu ajutorul mirelor de pantă, care de obicei fac parte din echipamentul unei staţii hidrometrice. Ele pot fi verticale sau înclinate. Pentru măsurarea pantei se instalează câte o mină în aval şi alta în amont de mira

principală la distanţe aproximativ identice. Mirele de pantă au punctul "0" în acelaşi plan (fig. 17).

Limnigraful este aparatul care înregistrează automat şi continuu oscilaţiile nivelurilor la o staţie hidrometrică.

Principiul de funcţionare se bazează pe transmiterea variaţiei în timp a nivelurilor apei prin intermediul unui plutitor (flotor). Deplasările plutitorului pe verticală sînt transmise la un dispozitiv de înregistrare grafică prevăzut cu peniţă sau creion. Înscrierea nivelurilor se face pe o bandă de hârtie gradată în milimetri (limnigramă).

Elementele componente ale unui limnigraf sunt (fig. 18):

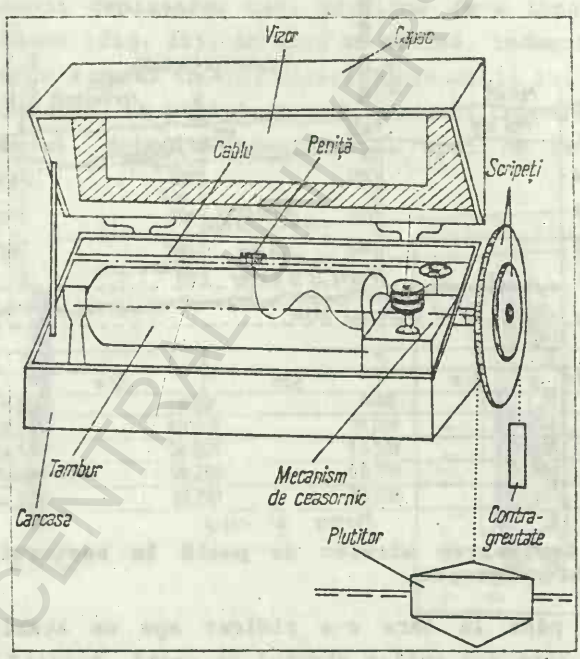


Fig.18 Elementele componente ale unui limnigraf

- Carcasa asigură protecţia pieselor principale împotriva factorilor agresivi din atmosferă. Este prevăzută cu un capac

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

rabatabil şi un vizor, care permit accesul la piesele interioare, respectiv observarea diagramei.

- Sistemul de urmărire a variaţiei nivelurilor este alcătuit dintr-un plutitor (flotor) şi o contragreutate legate prin intermediul unui fir. Ele se pot monta la scări diferite: 1:10 sau 1:20 în funcţie de variaţia nivelurilor 200 - 500 cm respectiv 500 -1000 cm.

- Sistemul de transmitere a variaţiei nivelurilor este realizat prin intermediul a doi scripeţi solidari. Scripetele dublu se fixează pe axul limnigrafului prin intermediul unui şurub. Axul este prevăzut cu două canale marcate pe care se poate deplasa un cursor prevăzut cu inscriptor cu creion sau peniţă. Deplasarea cursorului se face pe canale melcate în ambele sensuri, în funcţie de variaţia nivelurilor.

- Sistemul de înregistrare este format dintr-un inscriptor şi un mecanism de ceasornic care antrenează printr-un sistem de angrenaje un tambur de formă cilindrică pe care se înfăşoară limnigrama fixată cu o lamă metalică. Sistemul de angrenaje permite prin schimbarea pinionului "fracţie", înregistrări zilnice, săptămânale sau lunare pe aceeaşi diagramă.

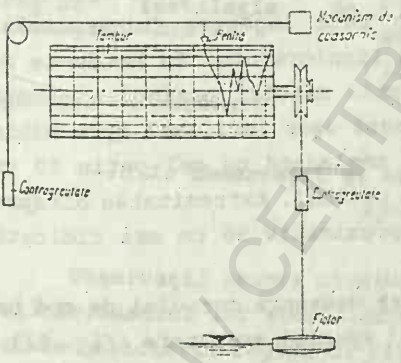


Fig.19 Schema limnigrafului cu ax orizontal

În reţeaua hidrometrică se utilizează limnigrafe cu dispozitivul de înregistrare montat orizontal (fig. 19) sau vertical (fig. 20).

În funcţie de poziţia faţă de râu, limnigrafele pot fi de tip riveran sau insular. Tipul riveran se instalează pe râurile cu amplitudini mari ale nivelului sau pe care curg frecvent corpuri plutitoare, iar sloiurile din timpul iernii au o frecvenţă ridicată.

O instalaţie de limnigraf riveran se compune din mai multe

părţi (fig.21). Dintre acestea menţionăm puţul vertical cu pereţii şi radierul* etanşi, săpat în malul în prealabil consolidat.

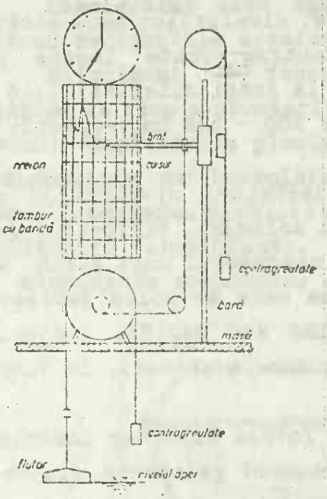


Fig.20 Schema limnigrafului cu ax vertical

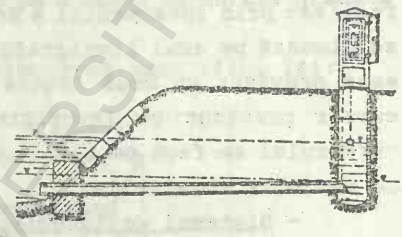


Fig.21 Instalaţie de limnigraf riveran

Deasupra puţului se află instalată o cabină care adăposteşte limnigraful. O conductă sau burlan face legătura între cursul râului şi puţ. Odată cu construcţia limnigrafului în conducta de legătură se montează un lanţ care prin mişcări periodice curăţă aluviunile depuse. Conducta se montează uşor înclinată spre albia râului, având extremitatea amintită amplasată cu cel puţin 50 cm mai jos decît nivelul cel mai coborât posibil. Extremitatea dinspre mal a conductei trebuie să fie cu aproximativ 50 cm mai ridicată decât radierul puţului.

Limnigraful insular se montează deasupra cursului de apă pe suporturi existente sau pe construcţii special executate (fig. 22). În cazul unei construcţii pe un râu de munte cu un mal stâncos plutitorul este protejat de un tub metalic (burlan) cu diametrul de

---

* -radier= baza unui puţ

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

15 cm, ancorat vertical, având deasupra o cabină de adăpostire a aparatului.

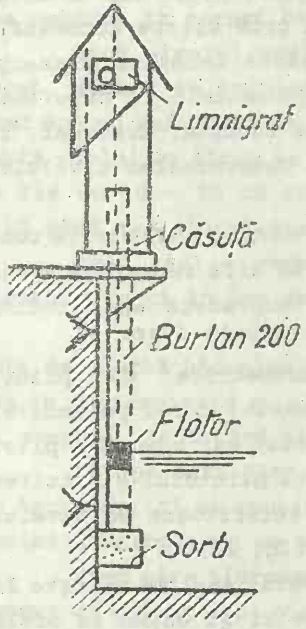


Fig.22 Instalație de limnigraf insular

Pentru a amortiza oscilațiile nivelului apei și de a împiedica pătrunderea corpurilor străine în burlan, partea inferioară a tubului este prevăzută cu un sorb sau este îngustată cu o piesă detașabilă.

Indiferent de sistemul de instalare a limnigrafului, iarna, pentru a evita înghețarea apei în puț sau în tub se introduce un strat de petrol de 5 - 10 cm grosime, care are și un rol de protector împotriva ruginii.

Pentru ca un limnigraf să funcționeze în condiții bune este necesară o întreținere corespunzătoare a aparatului prin ungerea cu ulei a angrenajelor, întoarcerea cu regularitate a mecanismului de ceasornic, schimbarea la timp a limnigramelor și alimentarea corectă a peniței cu cerneală.

3.2. Observații și măsurători asupra nivelurilor apei râurilor

Observații asupra nivelurilor la stațiile hidrometrice se fac zilnic, numărul lor stabilindu-se în funcție de destinația stației și de caracterul regimului râului, astfel încât cu ajutorul datelor obținute să se poată determina cu cât mai multă precizie valorile medii ale nivelurilor zilnice și cele extreme.

După scop și durată se pot distinge măsurători curente și speciale asupra nivelurilor apei.

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Măsurătorile curente furnizează datele de bază asupra variaţiei continue a nivelurilor apei râurilor. Acest tip de măsurători se pot efectua cu citire directă şi prin citire automată.

Măsurătorile curente cu citire directă necesită prezenţa observatorului hidrometric în fiecare din momentele în care este necesară cunoaşterea nivelului apei. Ele se execută, frecvent, cu ajutorul mirelor hidrometrice, care permit determinarea nivelului apei cu o precizie de 0,5 cm.

Măsurarea nivelului apei cu ajutorul mirei hidrometrice constă în citirea pe mină a gradaţiei la care se află suprafaţa apei.

La mirele fixe gradaţia atinsă de suprafaţa apei indică direct nivelul apei.

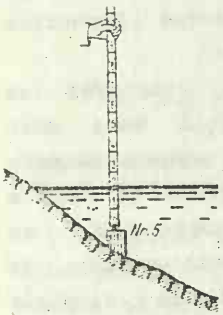


Fig.23 Citirea nivelului la staţii cu piloţi

La staţiile hidrometrice cu piloţi observaţiile se fac cu ajutorul mirei portabile, care se aşează pe capul celui mai apropiat pilot inundat, notându-se numărul pilotului şi citirea făcută pe mira portabilă referitoare la nivelul apei deasupra pilotului (fig. 23).

În ţara noastră nivelul apei se citeşte în mod regulat de două ori pe zi şi anume la orele 7 şi 17, iar în perioada aplicării orarului de vară la orele 6 şi 18. În funcţie de cerinţe la anumite staţii hidrometrice stabilite de staţia hidrologică, se efectuează citiri şi la ora 12.

Notarea citirilor la orele standard, cât şi alte citiri suplimentare vor fi trecute în "Carnetul pentru înscrierea observaţiilor hidrometrice" în aceeaşi coloană unul sub altul (vezi anexa nr. 1).

La staţiile hidrometrice pot să apară cazuri deosebite când activitatea de măsurare a nivelurilor nu se întrerupe. Astfel, dacă pe râu sunt valuri, se va observa nivelul cel mai ridicat şi cel mai scăzut care se produce în timpul citirii, iar în carnet se va trece media acestor niveluri. Rotunjirea se face la cifra cu soţ.

În cazul cînd nivelul apei din râu scade sub zero al mirei, fenomen ce poate fi întâlnit în anii secetoşi, observaţiile nu se

întrerup, ci se măsoară distanţa de la partea de jos a mirei până la oglinda apei, cu mira portativă sau cu o riglă gradată. În acest caz notarea în carnet se face cu semnul minus.

Dacă nivelul apei a scăzut sub zero, iar mira a rămas pe uscat, atunci se conduce apa pînă la mîră cu ajutorul unui şanţ. Când apa nu mai poate fi condusă nici printr-un şanţ, se va bate în albia râului un ţăruş în aşa fel încât partea superioară a acestuia să fie cu 10 - 20 cm sub nivelul apei. Citirile se fac pe ţăruş până când se înlocuieşte cu un ţăruş obişnuit.

Când râul a secat sau când apa bălteşte în adânciturile albiei, atunci în loc de nivel se notează "sec".

În cazul când nivelul apei a depăşit cota de atenţie sau cota de alertă hidrologică stabilită*, citirile la mîră se fac mai des în conformitate cu planul de acţiune la ape mari, atât ziua cât şi noaptea, până când nivelul scade sub cota critică.

La ape mari când nivelul trece peste mîră, observaţiile nu se întrerup, ci se continuă cu ajutorul mirei portabile, dacă este posibilă apropierea de mîră.

Când mira hidrometrică este distrusă de apele mari, gheţuri, ruperi de maluri etc. observaţiile se continuă folosindu-se mira de rezervă sau instalându-se o mîră provizorie, pe cât posibil, în aceeaşi secţiune în care a fost instalată mira permanentă. O dată cu instalarea mirei de rezervă sau altor mire provizorii (stâlpi gradaţi, scânduri gradate, ţăruşi etc.) trebuie să se facă un semn orizontal (reper) în locul unde a fost fixată partea de sus sau de jos a mirei, în aşa fel încât să nu poată fi şters sau distrus de apă. Atunci când în dreptul staţiei hidrometrice există puncte fixe, ca margini de zidărie, culee de poduri etc., unde se poate ajunge la orice nivel, observaţiile se pot face cu ajutorul mirei portabile.

În timpul iernilor geroase, râurile mici pot îngheţa până la

---

* - cota atenţie
- cota pericol
- cota inundaţii

fund. În astfel de cazuri, în locul nivelului se va nota " înghețat până la fund ".

Rezultatele măsurătorilor curente asupra nivelurilor apei cu citire directă se notează în carnete speciale de observații, pe intervale de timp de o lună. Observațiile amănunțite asupra schimbărilor și stricăciunilor survenite la stație, asupra cauzelor care le-au provocat, precum și asupra situațiilor deosebite (inundații, schimbări de albie, secarea râului, înghețarea până la fund, zăpoare etc.) se trec într-o pagină rezervată din carnetul pentru înscrierea măsurătorilor și observațiilor hidrometrice. (anexa nr.1)

O dată cu măsurarea nivelului apei prin citire directă se efectuează observații și asupra unor factori care pot influența evoluția nivelurilor și anume, asupra vântului, precipitațiilor și gheții.

Observațiile vizuale asupra vântului trebuie să stabilească direcția și tăria acestuia în momentul efectuării măsurătorii de nivel. Direcția vântului se stabilește în funcție de direcția de curgere a râului, notându-se cu una din următoarele situații: din amonte spre aval, din aval spre amonte, din dreapta sau din stânga râului. În ce privește tăria vântului observațiile trebuie să stabilească una din categoriile: calm, slab, potrivit sau puternic. Direcția și tăria vântului se notează prin săgeți.

La stațiile hidrometrice fără pluviometru se vor executa observații vizuale asupra precipitațiilor căzute în împrejurimi.

Observațiile vizuale constau în stabilirea felului precipitațiilor (ploaie, zăpadă, lapoviță), a tăriei lor (slabă, moderată, puternică) și intervalului în care s-a produs, fără a specifica însă orele începerii și încetării precipitațiilor. Datele se referă la precipitațiile căzute în intervalele dintre observații.

Observațiile vizuale asupra gheții au rolul de a permite caracterizarea, la orele standard de măsurare, a situației înghețului râului în sectorul mirei pe o lungime egală cu de 2 - 5 ori lățimea albiei în aval și amont de miră. Observațiile se fac

asupra tuturor formaţiunilor de gheaţă, care sunt tipizate şi redate în " Instrucţiunile pentru observaţiile hidrometrice", începînd cu acele de gheaţă şi terminând cu podul de gheaţă. De asemenea, se mai notează ora la care a pornit gheaţa şi ora la care râul s-a eliberat de gheaţă.

Măsurătorile curente prin înregistrarea automată necesită prezenţa şi activitatea muncitorului hidrometru ce constă în întreţinerea construcţiei şi aparaturii, observaţii la mira de control în înlocuirea diagramelor şi în notarea observaţiilor.

Înainte de a se pune în funcţiune limnigraful, este necesar ca acesta să fie atent verificat, efectuându-se câteva probe de lucru.

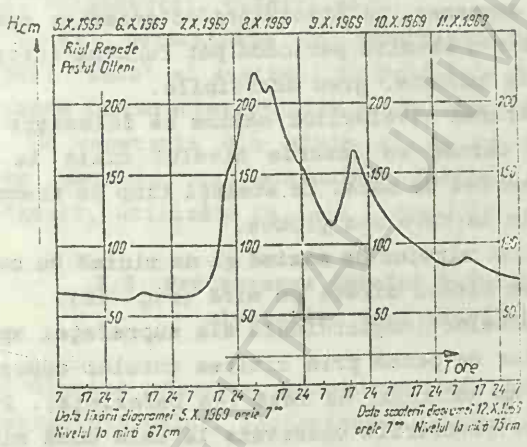


Fig.24 Model de limnigramă

Diagrama folosită pentru înregistrarea automată a nivelului (limnigrama) este o bandă de hârtie pe care este trasată o reţea rectangulară, având în abscisă timpul, iar în ordonată nivelul (fig. 24). Diagramele de pe tambur se înlocuiesc zilnic, săptămânal sau lunar, după cum este construit mecanismul acestuia. Schimbarea diagramelor trebuie făcută la timp pentru a se evita distrugerea peniţei şi dereglarea braţului susţinător. La schimbarea diagramei

se va compara nivelul înregistrat cu cel observat la mină. Dacă nu corespunde se va corecta pe diagramă după citirea la mină.

Pe diagramă se notează: numele staţiei hidrometrice şi a râului, datele zilelor de înregistrare, data fixării şi scoaterii diagramei, orele şi cotele citite la mină. Diagrama nouă se înfăşoară bine pe tambur, iar după ce s-a fixat, se potriveşte peniţa exact pe linia corespunzătoare nivelului citit la mină şi se roteşte tamburul până la linia corespunzătoare orei indicate de ceasornic. Se recomandă ca înlocuirea diagramei să se facă la oră fixă, ca să se poată pună peniţa exact pe linia verticală care indică ora.

Măsurători cu caracter special se efectuează asupra valorilor extreme din variaţia nivelurilor şi asupra pantei longitudinale a suprafeţei apei. Reconstituirea unor niveluri caracteristice se consideră, de asemenea, ca măsurători cu caracter special. Nivelurile extreme dintr-o anumită perioadă pot furniza informaţii preţioase pentru puncte izolate, greu accesibile.

Pentru înregistrarea nivelurilor maxime se foloseşte cutia martor (fig. 16). În carnet se înscrie nivelul citit la cutia martor la care se adaugă cel de bază. În acelaşi timp se trece ziua şi cu aproximaţie orele la care s-a produs.

În cazul folosirii mirelor de maximă şi de minimă cu cursor, valorile nivelurilor se citesc direct pe mină (fig. 15).

Determinarea pantelor longitudinale ale suprafeţei apei se face cu ajutorul mirelor de pantă prin citirea cotelor suprafeţei apei în amont şi aval de profilul de bază (de referinţă). Pentru aceasta este necesar ca nivelurile observate la cele două mire să fie raportate la acelaşi plan orizontal (fig. 17).

Citirile la mirele de pantă se fac la aceleaşi ore ca şi la mira principală. În timpul citirii, nivelul apei la mină trebuie să fie liniştit pentru a se putea aprecia cotele în milimetri. Între citirile de la o mină şi cealaltă nu trebuie să treacă un interval mai mare de 2 - 3 minute la ape obişnuite, când nivelul staţionează. În perioada viiturilor, citirile trebuiesc făcute în acelaşi moment la mirele de pantă şi la mira principală. Nivelurile

citite atât la mirele de pantă, cât şi la mira principală se înscriu în fişele de observaţii (anexa nr.1).

În momentul când se fac observaţii pentru determinarea pantei trebuie să se aibă în vedere faptul că nivelul apei la mire să nu fie influenţat de obiecte plutitoare. De asemenea, între mirele de pantă să nu existe amenajări care ar putea să influenţeze curgerea normală a apei.

Reconstituirea nivelurilor maxime are o importanţă deosebită pentru calculul debitelor maxime. Reconstituirea constă în stabilirea prin nivelment, după retragerea apelor, a cotelor nivelurilor maxime folosindu-se repere semnalate în timpul apelor mari sau prin urmărirea nămolului lăsat pe diferite corpuri (arbori, construcţii, clădiri etc.)

Cotele determinate se raportează faţă de acelaşi plan orizontal, "zero" al staţiei. Pe profilele ridicate se fac notări referitoare la caracteristicile granulometrice ale aluviunilor din albie, la vegetaţia din albie şi de pe maluri. Toate aceste elemente servesc la evaluarea debitului apei la nivelul reconstituit, utilizând calcule hidraulice.

3.3. Prelucrarea datelor referitoare la nivelurile apei râurilor

Nivelurile măsurate intermitent sau continuu, la un moment dat, reprezintă valori instantanee. Calculele hidrologice solicitate de diverse domenii de activitate economică (construcţii hidrotehnice, îmbunătăţiri funciare, irigaţii etc.) impun cu acuitate cunoaşterea nivelurilor medii şi extreme (maxime şi minime) pe anumite perioade (zi, decadă, lună, an), precum şi a frecvenţei şi duratei anumitor categorii de niveluri.

Calculul nivelurilor medii zilnice. În cazul în care citirile s-au efectuat la mira hidrometrică, calculul valorii nivelului mediu zilnic se face pe baza tuturor citirilor efectuate în ziua respectivă, utilizându-se una dintre metode: analitică, grafoanalitică sau grafomecanică.

Metoda analitică constă în calcularea mediei aritmetice a valorilor de nivel măsurate în ziua respectivă şi se aplică atunci când amplitudinea variaţiei în timpul zilei nu depăşeşte 10% din amplitudinea anuală.

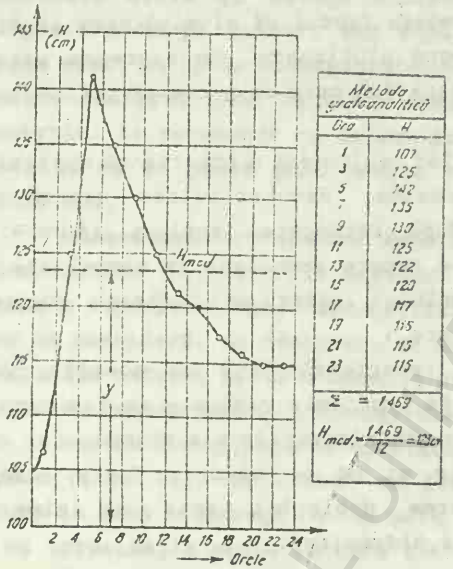


Fig.25 Calculul nivelului mediu zilnic prin metoda grafoanalitică

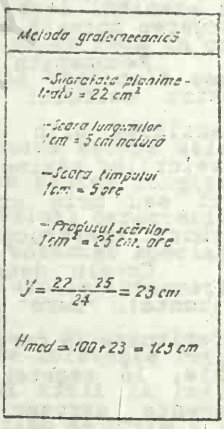

Metoda grafomecanică
-Suprafaţa planimetrată = 22 cm²
-Scara lungimilor 1cm = 5 cm natură
-Scara timpului 1cm = 5 ore
-Produsul scărilor 1cm² = 25 cm. ore
y = 22 · 25 / 24 = 23 cm
Hmed = 100 + 23 = 123 cm

Fig.26 Calculul nivelului mediu zilnic prin metoda grafomecanică

Metoda grafoanalitică se aplică numai atunci când s-au făcut mai multe citiri ale nivelului în ziua respectivă şi necesită două etape. Prima, constă în construirea, prin interpolare, a gradului de variaţie a nivelurilor în timpul zilei, pe baza citirilor efectuate (fig. 25). A doua, constă în extragerea valorilor orare sau la fiecare două ore într-un tabel alăturat graficului şi calcularea mediei aritmetice a acestor valori (fig. 26).

Metoda grafomecanică constă din planimetrarea suprafeţei graficului de variaţie în timpul zilei şi împărţirea valorii acestei suprafeţe la durata zilei (fig. 26).

BCU IASI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În cazul când înregistrările s-au făcut cu ajutorul limnigrafului, calculul nivelului mediu zilnic se face pe baza limnigramei utilizându-se metoda grafoanalitică sau grafomecanică.

Metoda grafoanalitică se aplică la staţiile de pe râurile mari, la care limnigrama nu prezintă variaţii prea bruşte.

Metoda grafomecanică se aplică la râurile cu suprafaţa bazinului de recepţie mică, care prezintă o pronunţată variaţie a nivelurilor în perioade scurte de timp.

Valoarea nivelului mediu calculată se înscrie pentru fiecare zi pe limnigramă.

Calculul nivelurilor caracteristice lunare şi anuale.

Nivelul mediu lunar se calculează ca medie aritmetică a nivelurilor zilnice din luna respectivă.

$$H_{med.lunar} = \frac{\sum_{1}^{n} h_{med.zilnic}}{n}$$

unde:

n= numărul de zile din lună

Dacă într-o lună lipsesc 5 - 6 valori zilnice, acestea pot fi completate prin interpolare simplă, când perioada cu lipsuri prezintă o variaţie uniformă. Dacă numărul valorilor lipsă este mai mare (14 -15 valori medii zilnice) atunci completarea se poate face folosind metoda corelaţiei cu o altă staţie apropiată care are calculate toate valorile.

Nivelul mediu anual se calculează ca medie aritmetică a celor 12 valori medii lunare.

$$H_{med.anual} = \frac{\sum_{1}^{12} H_{med.lunar}}{12}$$

Valorile de nivel maxim şi minim lunar şi anual se extrag din şirul de valori instantanee din timpul lunii, respectiv anului.

În cazul nivelurilor înregistrate pe limnigramă valorile extreme lunare sau anuale se extrag şi se înscriu pe limnigramă.

Valorile medii, maxime şi minime lunare şi anuale se înscriu

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

în tabela nivelurilor zilnice (vezi anexa nr. 2). În acelaşi tabel se înscriu şi datele de producere a nivelurilor maxime şi minime lunare şi anuale.

Calculul şi reprezentarea grafică a frecvenţei şi duratei nivelurilor. Frecvenţa nivelurilor ne indică numărul de cazuri sau procentul de niveluri, corespunzător unor intervaluri, calculate în raport cu numărul de zile într-un interval de timp (lună, an etc.).

Pentru întocmirea curbei de frecvenţă anuală este necesară parcurgerea a două etape. Prima, constă în împărţirea amplitudinii anuale a nivelurilor (diferenţe între nivelurile maxim şi minim anual) într-un număr convenabil de intervale dictate de cerinţe şi ecart. Din tabelul nivelurilor zilnice se extrage pentru fiecare lună şi se însumează pentru întreg anul numărul de cazuri (zile) în care au fost înregistrate niveluri corespunzătoare intervalelor stabilite. Valorile obţinute pentru fiecare interval se exprimă în procente din numărul total al zilelor dintr-o lună, respectiv dintr-un an (tabelul nr. 4).

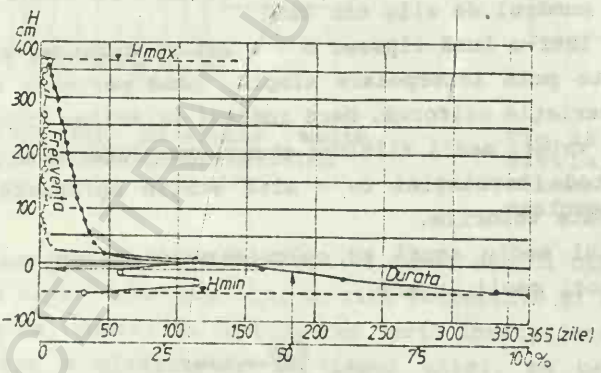


Fig.27 Graficul frecvenţei şi duratei nivelurilor apei

A doua etapă constă în întocmirea curbei de frecvenţă. Astfel, într-un sistem de axe rectangulare, pe care s-a notat în ordonată scara nivelurilor; iar pe abscisă cea a timpului, se înscriu în mijlocul intervalelor punctele care marchează frecvenţa

nivelurilor. Prin unirea punctelor se obţine curba de frecvenţă a nivelurilor (fig. 27).

Durata nivelurilor ne arată numărul de zile într-un interval de timp în care nivelul apei s-a menţinut la o anumită limită sau peste această valoare. Datele referitoare la durata nivelurilor se obţin pe baza datelor calculate anterior, însumând consecutiv numărul de zile, respectiv procente, corespunzătoare fiecărui interval, începând de la valorile cele mai mari spre cele mai mici (tabelul nr. 4).

Pe graficul de frecvenţă, notând în abscisă paralel cu scara timpului şi cea a procentelor prelungită până la 100%, se înscriu pentru fiecare limită inferioară a intervalurilor de niveluri punctele care marchează durata nivelurilor (valorile procentuale cumulate de sus în jos). Linia care uneşte aceste puncte reprezintă curba de durată a nivelurilor (fig. 27).

Hidrograful nivelurilor. Reprezentarea grafică, în ordine cronologică, a nivelurilor măsurate la o staţie hidrometrică de-a lungul unui interval de timp formează un hidrograf de nivel.

Limnigrafele redau în mod automat aceste hidrografe însă numai pe intervalul şi la scara proprie aparatului.

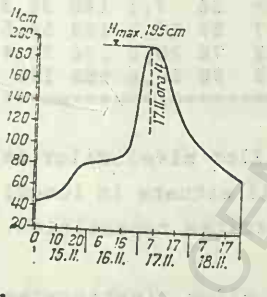


Fig.28 Hidrograful nivelurilor unei viituri

Hidrograful de nivel se întocmeşte utilizând un sistem de axe rectangulare, pe care în abscisă se notează timpul (t. zile), iar pe ordonată valoarea nivelurilor (H. cm). Durata hidrografelor variază în funcţie de natura problemei a cărei rezolvare se cere. De exemplu în cazul studiului unei viituri durata se întinde pe perioada de creştere şi descreştere a acesteia (fig. 28). Dacă studiul hidrologic urmăreşte regimul nivelurior atunci durata devine anuală (fig. 29).

Un astfel de grafic întocmit pe baza datelor din tabelul nivelurilor zilnice ne dă o imagine de ansamblu asupra oscilaţiilor nivelurilor în diferite perioade ale anului.

Tabelul nr. 4

Frecvenţa şi durata nivelurilor de pe râul Crasna la staţia hidrometrică Moftinul Mic, în anul 1963

Intervale de niveluri (cm)	Număr de zile cu niveluri cuprinse în intervale pe luni												Frecvenţa		Durata	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	zile	%	zile	%
575-555	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,8	3	0,8
554-535	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1,4	8	2,2
534-515	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,5	10	2,7
514-495	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,5	12	3,2
494-475	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,0	12	3,2
474-455	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1,1	16	4,4
454-435	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1,1	20	5,5
434-415	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,5	22	6,0
414-395	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,8	25	6,8
394-375	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,5	27	7,3
374-355	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1,1	31	8,4
354-335	-	4	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	9	2,5	40	10,9
334-315	1	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	2,5	49	13,4
314-295	1	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1,4	54	14,8
294-275	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,3	55	15,1
274-255	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1,1	59	16,2
254-235	2	4	3	4	-	3	1	-	-	-	-	-	17	4,6	76	20,8
234-215	8	4	2	5	-	4	-	-	-	-	-	-	23	6,3	99	27,1
214-195	4	1	-	5	-	2	-	1	-	2	-	-	15	4,1	114	31,2
194-175	3	-	-	8	6	3	4	1	-	1	-	-	26	7,1	140	38,3
174-155	1	-	-	5	20	13	7	6	-	-	-	7	59	16,2	199	54,5
154-135	2	-	-	-	5	5	15	11	12	7	7	12	76	20,9	276	75,4
134-115	-	-	-	-	-	-	4	12	18	11	23	12	90	24,6	365	100

Pentru o analiză mai detaliată a variaţiilor nivelurilor se întocmesc grafice cronologice la mai multe staţii situate în lungul râului. Ele se reprezintă pe aceeaşi foaie în ordinea repartiţiei, utilizând o scară comună.

Prelucrarea pantelor. Calculul nivelurilor instantanee înregistrate la mirele de pantă se efectuează identic cu cele de la mira principală. Valorile obţinute se raportează la planul zero al graficului de la staţia respectivă.

Se calculează diferenţele în metri dintre nivelul apei de la mira în pantă amonte şi mira principală şi dintre aceasta şi mira de pantă aval, precum şi dintre cele două mire de pantă.

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

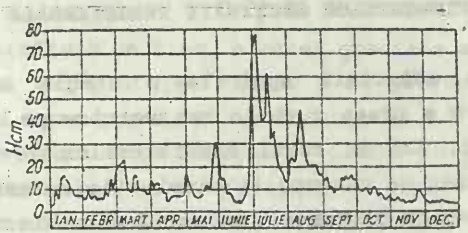


Fig.29 Hidrograful nivelurilor anuale

Raportul dintre diferenţele de nivel instantanee şi distanţele dintre mirele respective (măsurate pe firul apei şi reduse la orizontală) exprimat în m/km, reprezintă panta instantanee a suprafeţei apei în sectorul respectiv.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

4. MĂSURAREA ADÂNCIMII APEI RÂURILOR ŞI CALCULAREA ELEMENTELOR SECŢIUNII TRANSVERSALE

Măsurarea adâncimii apei la o staţie hidrometrică se efectuează pentru a trasa curbele batimetrice pe sectorul albiei aferent staţiei, iar în cazul măsurătorilor de debit pentru a determina secţiunea de curgere la nivelurile curentului.

Operaţiunea de măsurare a sectorului se efectuează periodic cu scopul de a urmări schimbările morfologice ale albiei (depuneri, eroziuni), iar măsurarea secţiunii de scurgere, de fiecare dată când se determină vitezele şi debitele.

Adâncimea apei într-un punct este dată de distanţa pe verticală de la oglinda apei şi până la fund.

4.1. Măsurarea adâncimii apei râurilor

La efectuarea măsurătorilor de adâncime se apelează la diferite instrumente, construcţii şi metode adecvate condiţiilor locale ale albiei, preciziei cerute şi scopului determinărilor.

4.1.1. Instrumente, construcţii şi utilaje pentru măsurarea adâncimilor

Cele mai folosite instrumente de măsurare a adâncimilor sunt: jalonul sondă, sonda de mână şi sonda mecano-electrică, sonda peşte etc.. În cazul râurilor mici se poate folosi şi mira stadimetrică, iar în cazul fluviilor se apelează la ecosondă.

La determinarea adâncimilor mici se poate utiliza mira obişnuită sau mira hidrometrică (fig. 30), care se aşează cu punctul 0 spre albie. Înălţimea nivelului citită pe mină dă în acelaşi timp adâncimea apei în punctul respectiv.

Un alt instrument utilizat la măsurarea adâncimilor este jalonul sondă (fig. 31) alcătuit dintr-o prăjină de lemn cu o lungime de 2 - 4 m, divizat şi numerotat în decimetri colorati alternativ în roşu şi alb. La partea inferioară jalonul este

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

prevăzut cu o armătură de fier, a cărei greutate este de 0,5 - 1 kg şi are rolul de a-l proteja. Pentru a nu pătrunde în aluviunile albiei, jalonul este prevăzut cu un disc de 20 -25 cm diametru. Măsurătorile se efectuează cufundând jalonul în poziţie verticală până ajunge la albie, iar diviziunea indicată de înălţimea nivelului va da adâncimea. Pentru râurile a căror viteză depăşeşte 0,5 m/s jalonul se aruncă puţin mai sus de punctul în care se efectuează măsurătoarea, iar citirea se face în momentul în care jalonul a ajuns în poziţie verticală.

Fig.30 Mira hidrometrică

Fig.31 Jalonul sondă

Tija metalică (fig. 32) este o ţeavă de oţel laminat cu diametrul de 2 - 3cm, gradată în decimetri şi prevăzută cu o talpă pentru a nu se înfunda în aluviunile albiei. Tija se utilizează la măsurarea adâncimilor sub 3 - 4 m, în curenţi până la 1,5 m/s şi la

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

adâncimi până la 2 m, când viteza curenţilor depăşeşte 1,5 m/s. Precizia citirii este de 1 - 2 cm. Pentru a putea fi mai uşor transportabilă se confecţionează din segmente de 1 -1,5 m, care se pot înşuruba între ele.

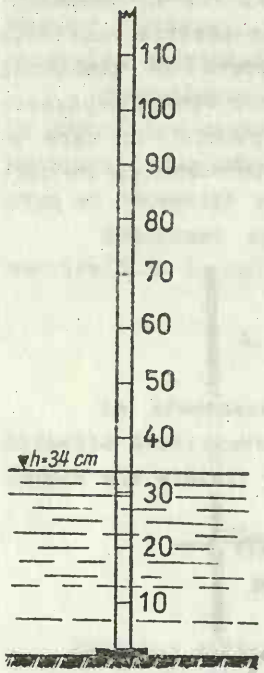


Fig.32 Tija metalică

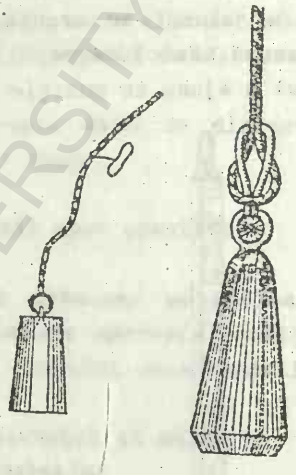


Fig.33 Sonda de mână

Sonda de mână (fig. 33) este alcătuită dintr-o greutate de plumb sau fontă de 0,5 - 20 kg,cu forme diverse (trunchi de con, lentilă, torpilă), de a cărei ureche se prinde o frânghie (5 mm) sau un cablu de oţel (3 mm) gradate în centimetri. Sonda de mână se utilizează pentru adâncimi de 4 - 40 m.

Sonda mecano-electrică (fig. 34) este formată dintr-o greutate de formă fuselată, când se foloseşte în măsurători de adâncime la râuri cu viteze mici, sau de formă hidrodinamică pentru cursurile cu viteze mari. Greutatea respectivă este prevăzută la

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

partea inferioară cu o piesă ce poate glisa într-o cămaşă de protecţie, confecţionată dintr-un dielectric şi un contact.

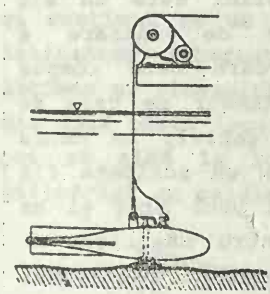


Fig.34 Sonda mecano-electrică

La partea superioară sonda are două bu şe, una legată de masa sondei şi alta izolată de aceasta, fiind în legătură cu contactul din cămaşa de protecţie. Tot la partea superioară sonda este prevăzută cu un inel de care se leagă cablul de lansare.

În cazul când se utilizează la sondaje de adâncime la cursuri cu viteze foarte reduse sau la lacuri, la partea inferioară se montează un disc cu diametrul de 12 - 15 cm, prevăzut cu o serie de orificii, pentru a opri cufundarea dispozitivului în mâl.

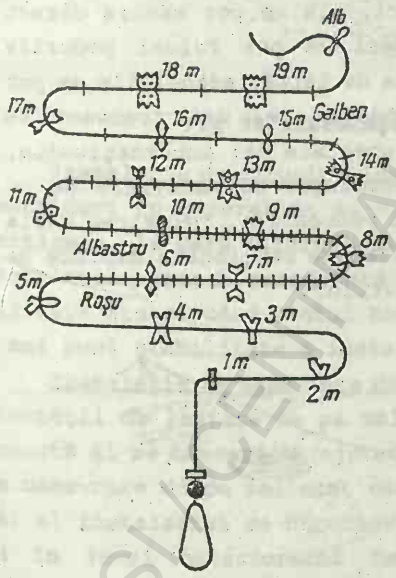


Fig.35 Cablu gradat de lansare a sondelor de mână

Sonda se lansează cu ajutorul unui fir gradat, iar când atinge albia, piesa glisantă închide circuitul electric al unui dispozitiv de semnalizare.

Sonda utilizată în măsurătorile de adâncime poate avea diferite forme. Cea mai perfecţionată este sonda peşte sau bomba, a cărei formă hidrodinamică micşorează unghiul de înclinare a firului de lansare.

Dispozitive de lansare a sondelor. Sondele utilizate la măsurarea adâncimii pot fi lansate cu ajutorul unui fir sau cu ajutorul unui troliu.

Firul sondei poate fi format dintr-o frânghie (fie în culori diferite, fie în alt sistem de marcare) sau un cablu de oţel

gradat (fig. 35).

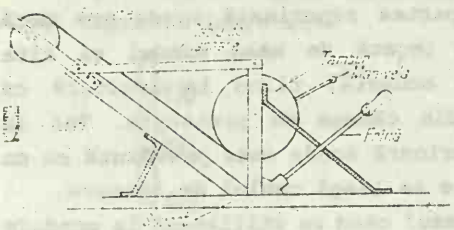


Fig.36 Troliu de lansare a sondelor

Troliul este un alt dispozitiv de lansare a sondelor care este compus dintr-un tambur pe care se înfăşoară cablul, un cadru de lemn cu un scripete fix la capătul unui braţ şi un contor pentru măsurarea lungimii cablului desfăşurat Tamburul poate fi frânat cu ajutorul unei manete (fig. 36).

Construcţiile şi utilajele pentru măsurarea adâncimilor servesc la executarea măsurătorilor tuturor elementelor hidrologice. Dacă adâncimile sunt mici, ele se pot măsura direct din râu (albie). La adâncimi mai mari se pot folosi podurile existente, dacă nu au pile. În perioada de iarnă, adâncimile se pot măsura în copci, de pe podul de gheaţă. Cel mai frecvent se folosesc însă construcţii şi utilaje speciale ca: ambarcaţiunile, instalaţia de cărucior funicular, instalaţia de manevrare de pe mal, punţile hidrometrice, şalupele şi pontoanele. Folosirea uneia sau alteia dintre construcţiile şi utilajele menţionate depinde de lăţimea râului şi de configuraţia malurilor.

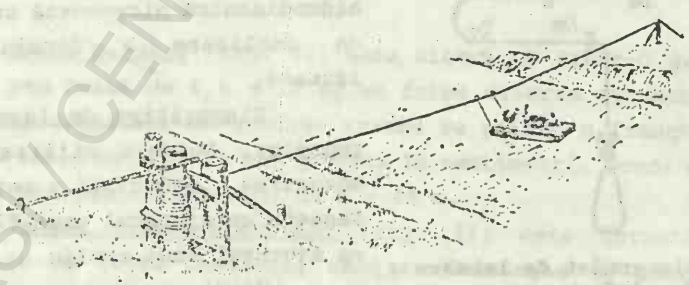


Fig.37 Ambarcaţie

BCU IAŞI / CENTRUL CULTURAL

Ambarcaţiunile (fig. 37) se folosesc în cazul râurilor cu lăţimi cuprinse între 50 şi 300 m şi cu viteze sub 1,5 m/s. Ambarcaţiunile sunt ghidate de un cablu aşezat transversal pe râu şi susţinut pe un mal de un suport fix, iar pe celălat de un întinzător. Ambarcaţiunea poate consta dintr-o singură barcă, dacă lăţimea şi viteza râului nu sunt prea mari sau poate fi alcătuită din două bărci legate printr-o punte de lucru (portiţă). Porţile pot să aibă în loc de bărci doi flotori metalici de formă cilindrică cu celule.

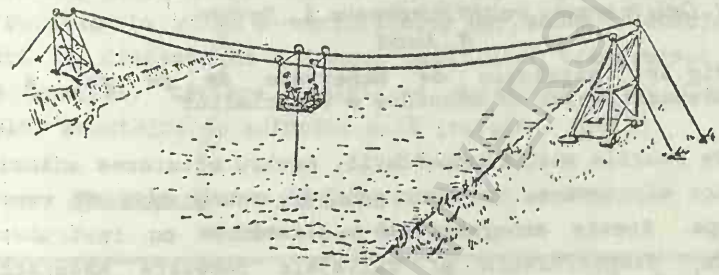


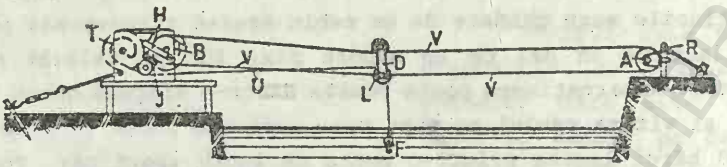
Fig.38 Instalaţie cărucior funicular

Instalaţia de cărucior-funicular (fig. 38) se foloseşte pentru deschideri în general de 40 - 80 m, la râuri cu maluri înalte şi verticale, la care vitezele pot ajunge până la 3 - 4 m/s.
Instalaţia poate fi monofilară (căruciorul alunecă pe un cablu) sau bifilară atunci când vântul bate pe direcţia râului, asigurâdu-se o mai bună stabilitate a instalaţiei.

Instalaţia de manevrare de pe mal (fig. 39) permite manevrarea greutăţii de lestare de pe mal. Deplasările cablului trăgător se execută şi se măsoară cu ajutorul unui troliu gradat. Instalaţiile de manevrare de pe mal sunt construite pe acelaşi principiu ca şi cel al instalaţiei de cărucior funicular monofilar, cu deosebirea că în locul căruciorului funicular se montează greutatea de lestare.

Punţile hidrometrice (fig. 40) sînt indicate pentru râuri cu lăţimea sub 40 m. Ele prezintă o stabilitate mare în timpul

măsurătorilor.



T _ Tambur de înregistrarea adîncimii
J _ Siguranță
H _ Manivela troliului
B _ Tambur de înregistrare a distanțelor
U _ Cablu de lansare a greutății hidrodinamice
V _ Cablu purtător
L _ Scripete de lansare pe verticală
F _ Greutate hidrodinamică
D _ Dispozitiv de rulare
A _ Scripete
R _ Ancoră

Fig.39 Instalație de manevrare de pe mal a dispozitivelor de măsurare a adâncimilor

Pe râurile mari şi pe fluvii, pentru măsurarea adâncimilor şi a altor elemente se folosesc şalupele sau pontoanele remorcate de şalupe. Aceste ambarcaţiuni sunt dotate cu instrumentele, aparatele, dispozitivele şi utilajele necesare măsurătorilor hidrometrice.

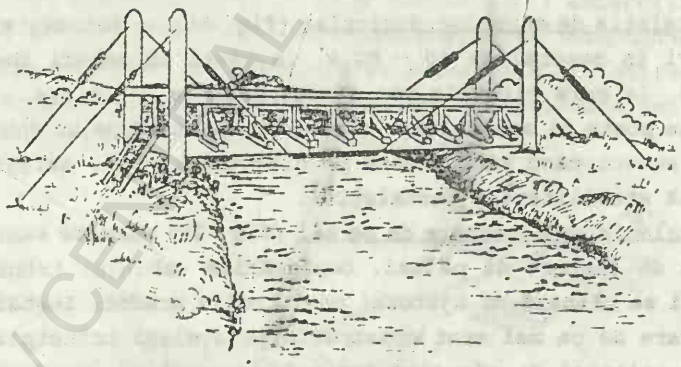


Fig.40 Punte hidrometrică

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

4.1.2. Locul şi metodele de efectuare a măsurătorilor

Adâncimile râurilor se măsoară în profile transversale, în verticale de sondaj fixe (materializate prin semne pe puntea hidrometrică sau pe cablul transversal) şi în verticale de sondaj suplimentare, care corespund punctelor de frângeri bruşte ale liniei albiei.

Numărul de verticale de sondaj fixe se stabileşte în funcţie de lăţimea apei (B) la nivelurile maxime (tabelul nr. 5).

Poziţia în plan a verticalelor de sondaj (abscisa) se determină ca distanţă de-a lungul profilului transversal de la reperul staţiei. Lăţimea râului se determină prin diferenţa absciselor punctelor de adâncime nulă (marginea apei).

Tabelul nr. 5

Relaţia dintre lăţimea râului şi numărul verticalelor de sondaj

Lăţimea (m)	Numărul verticalelor de sondaj	Lăţimea (m)	Numărul verticalelor de sondaj
< 1	din 10 în 10 cm	40 - 60	din 2 în 2 m
1 - 10	10 verticale la distanţe egale	60 - 80	din 3 în 3 m
		80 - 100	din 4 în 4 m
10 - 40	din m în m	> 100	25 verticale la distanţe egale

În cazul râurilor cu lăţimea peste 300 m la care întinderea unui cablu sau construirea unei punţi nu sunt posibile, verticalele de sondaj nu se mai pot păstra cu rigurozitate. Pentru fixarea locului în plan unde se execută sondajul se procedează în felul următor: pe un mal (cel cu vegetaţie mai puţină şi fără denivelări mari), prin două jaloane (sau balize) A şi B se stabileşte direcţia profilului transversal (fig. 41). Perpendicular pe această direcţie se fixează o bază AC atât de lungă încât unghiul ADC să fie mai

mare de 15°. Pe malul celălat în aliniamentul AB se fixează un jalon sau o baliză şi în punctul D.

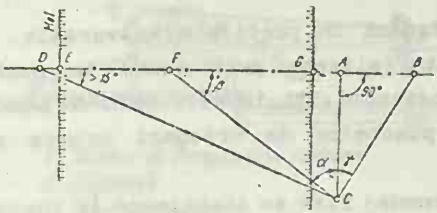


Fig.41 Determinarea indirectă a distanţelor verticalelor de adâncime

Şalupa se aşează în profilul staţiei (aliniamentul AB) prin lungirea sau scurtarea lanţului ancoră, într-una din cele 25 verticale necesare (de exemplu în verticala F). Distanţa AF se determină fie măsurîndu-se unghiul α cu un teodoloit aşezat în punctul C, care vizează un jalon din şalupă, fie măsurându-se din barcă unghiul ß cu un sextant care vizează simultan punctele A şi C:

$$AF = AC\ tg\alpha = \frac{AC}{tg\beta} = AC\ ctg\beta$$

Dacă reperul staţiei nu se află în punctul A, ci spre exemplu în punctul B, distanţa AB=AC·tgγ se va adăuga la distanţa AF adică BF=AF+AB=AC·(tgα+tgγ).

Lăţimea râului EG se poate determina ca diferenţa AE-AG.

Odată cu măsurătorile de adâncime, pe lângă stabilirea precisă a adâncimii apei în fiecare punct şi a poziţiei coordonatelor punctelor respective, trebuie determinată cota nivelului la miră.

În funcţie de scopul determinării, de precizia cerută şi de condiţiile locale, măsurătorile pot fi executate pe profile transversale şi longitudinale.

Măsurarea adâncimilor în verticalele de sondaj stabilite se poate efectua prin mai multe procedee. Astfel, măsurătorile de pe cabluri sau frânghie se utilizează de obicei la râurile cu lăţimea de 100 - 200 m şi cu viteză ce nu depăşeşte 1,5 m/s. În acest scop se întinde de la un mal la altul un cablu de oţel cu diametrul de 4 - 8 mm, gradat din jumătate în jumătate de metru sau din metru în

metru. Cablul trebuie să fie bine întins şi aceasta se poate face cu ajutorul unui scripete sau tambur (vezi fig. 37).

Măsurătorile se pot face direct din apă, dacă adâncimea nu este prea mare, sau cu barca, pentru traversarea căreia se întinde un alt cablu paralel cu cel gradat.

În timpul măsurătorii, ajutorul operator măsoară adâncimea apei pentru fiecare verticală cu sonda sau cu jalonul sondei, iar operatorul principal înscrie într-un carnet atât distanţa de la reper pînă la verticală, cât şi adâncimea. La începutul şi sfârşitul măsurătorii se citeşte nivelul apei la miră.

Pentru transversalele care corespund cu hidrocanaturile se măsoară distanţa şi în sens invers, însă diferenţa dintre cele două citiri nu trebuie să depăşească 2% .

În cazul când măsurătorile se fac de pe punţi hidrometrice distanţele verticalelor se iau de la reperul acestora şi se notează pe podeţ, apoi se execută măsurătorile de adâncime cu mira, jalonul sondă sau cu sonda de mână.

La râurile de munte cu maluri abrupte, măsurătorile se fac cu ajutorul unui funicular, care poate fi instalat permanent sau special amenajat pentru măsurători. Dispozitivul utilizat în măsurători depinde de adâncimea şi de viteza apei.

Pentru măsurarea adâncimii cu ajutorul funicularului se determină distanţa până la oglinda apei şi distanţa până la fund, adâncimea apei fiind dată de diferenţa dintre cele două valori.

La determinarea adâncimii de pe gheaţă se măsoară distanţa de la reper, se taie ochiuri în gheaţă (copci) de dimensiuni care depind de dispozitivul utilizat, apoi se măsoară adâncimea faţă de nivelul apei din copcă.

Rezultatele măsurătorilor se înscriu în carnete speciale, unde, pe lîngă distanţă şi adâncime, se trec şi observaţiile asupra gheţii.

La râurile cu lăţime mai mare de 200 m distanţele verticalelor se determină indirect cu ajutorul aparatelor topografice după procedeul descris mai sus. Măsurarea adâncimii se face din barcă, care se deplasează pe transversala marcată cu

jaloane pe maluri, iar punctul de măsurat se determină vizând poziţia bărcii de sondaj.

Măsurarea adâncimii pe **profile longitudinale** se face cu ajutorul unei bărci care parcurge liber, în sensul curentului, o anumită porţiune, la distanţe diferite de mal, care ar fi de dorit să fie la aceleaşi intervale în lăţimea râului. Determinările se fac cu unul din instrumentele amintite, iar poziţia punctelor se determină de pe mal cu două goniometre.

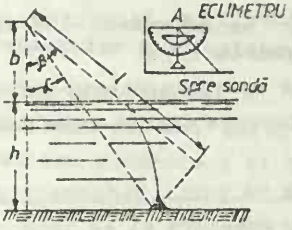


Fig.42 Corecţia adâncimilor măsurate cu sonda la viteze mari

Când se măsoară o adâncime mare cu ajutorul sondelor, în condiţiile unor viteze de râu ridicate, cablul este abătut de la poziţia verticală de către curentul apei. În asemenea situaţii citirile făcute la sonde dau valori eronate ale adâncimilor, cu atât mai mari, cu cât unghiul de înclinare a cablului este mai mare (fig. 42). Corecţiile care trebuie aplicate se găsesc în tabele speciale. Valoarea corecţiei se scade din adâncimea măsurată cu sonda. Această valoare se determină după formula:

$$h = l \cdot \cos\alpha - b$$

unde: l - lungimea cablului în metri;

α - unghiul de abatere a sondei determinat cu un raportor;

b - distanţa de la suprafaţa apei pînă la extremitatea superioară a firului.

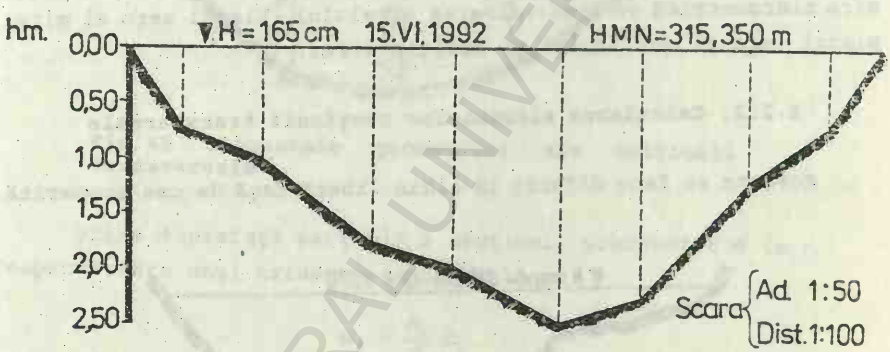
În acelaşi timp cu măsurarea adâncimii se apreciază şi natura albiei din verticala respectivă. Când adâncimea nu este mare, folosirea tijei sau a mirei stadimetrice permite o apreciere prin sunetul de izbire, rezistenţa la zgâriere, tulburarea apei la agitaţie etc.. La adâncimi mai mari, când se lucrează cu lestul pe cablu, pentru aprecierea naturii albiei se folosesc aparate speciale ca: draga, sonda etc.. Când adâncimea e mică şi apa limpede, aprecierea se poate face vizual.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

4.2. Prelucrarea datelor rezultate din măsurători

Rezultatele obţinute la măsurarea adâncimii se înscriu într-un carnet, în care se mai trec:

- poziţia sectorului în care se fac sondaje faţă de o staţie hidrometrică vecină şi de un reper;
- metoda utilizată în determinarea poziţiei punctelor în care s-au executat sondaje pe verticală (pe cablu, funicular etc.);
- instrumentul utilizat în măsurarea adâncimii;
- ora exactă a începutului şi sfârşitului măsurătorii;
- nivelul apei la miră la începutul şi la sfârşitul măsurătorii;
- starea râului în secţiunea de măsurat.



Nr. verticalei	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Distanţa de la reper d.m.	4,0	5,0	6,5	8,5	10,0	12,0	13,5	15,5	17,0	18,0
Distanţa între verticale h.m.		1,0	1,5	2,0	1,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0
Adâncimea apei h.m.	0,0	0,75	1,00	1,75	2,00	2,50	2,30	1,25	0,75	0,00
Natura albiei	nisip			nisip grosier şi pietriş						
Vegetaţie	lipseşte									

Fig.43 Profilul secţiunii transversale

Datele privitoare la sondaje se înscriu în fişa de sondaj după care se face şi prelucrarea lor, care constă în întocmirea profilelor transversal şi longitudinal, a planului albiei cu izobate şi în calcularea elementelor secţiunii transversale.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

4.2.1. Profilul transversal

Acesta se reprezintă într-un sistem de axe rectangulare, pe abscisă luându-se distanţele de la reper până la verticalele de sondaj, iar pe ordonată adâncimile apei în punctele de măsurat.

Pe orizontală care reprezintă nivelul apei se înscrie cota absolută a nivelului, faţă de un plan de referinţă la care se raportează măsurătorile. În partea de jos a profilului se completează un tabel cu următoarele date:numărul verticalei, distanţa de la reper până la verticala de sondaj, adâncimea apei, natura albiei, prezenţa sau lipsa vegetaţiei, data ridicării profilului (fig. 43). În cazul în care profilul transversal conţine mira hidrometrică se trec:valoarea nivelului, planul zero al mirei, planul zero al graficului şi poziţia mirei.

4.2.2. Calcularea elementelor secţiunii transversale

Aceasta se face diferit la albia liberă faţă de cea acoperită.

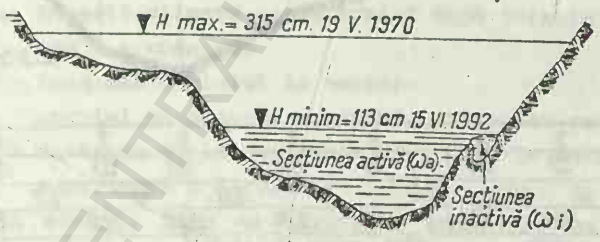


Fig.44 Elementele secţiunii transversale la albie liberă

În cazul albiei libere se determină:

a) Nivelul apei la mira (H,cm);

b) Suprafaţa secţiunii transversale (ω,m^2) este suprafaţa mărginită de linia albiei şi linia nivelului de apă (fig. 44). Suprafaţa secţiunii active (ω_a) este partea din suprafaţă în care

se observă o mişcare a apei, spre deosebire de suprafaţa secţiunii inactive(ω_i), unde apa este lipsită de mişcare.

Suprafaţa secţiunii se poate determina prin metoda grafo-mecanică (prin planimetrare) sau prin metoda analitică, care constă din însumarea suprafeţelor parţiale corespunzătoare unor trapeze şi triunghiuri determinate de verticalele de sondaj (fig. 45).

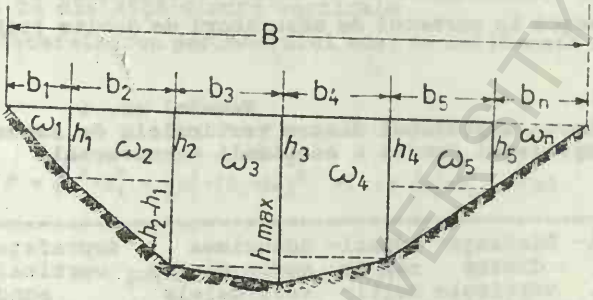


Fig.45 Elementele geometrice ale secţiunii transversale

Prima suprafaţă parţială a secţiunii transversale (ω_1), corespunzătoare unui triunghi, este egală cu:

$$\omega_1 = \frac{h_1}{2} b_1 .$$

A doua suprafaţă (ω_2), corespunzătoare unui trapez, are valoarea egală cu:

$$\omega_2 = \frac{h_1 + h_2}{2} b_2 .$$

Suprafaţa întregii secţiuni transversale se calculează cu formula:

$$\omega = \sum_{i=1}^{n} \omega_i = \frac{h_1}{2} b_1 + \frac{h_1 + h_2}{2} b_2 + \ldots + \frac{h_{n-1} + h_n}{2} b_{n-1} + \frac{h_n}{2} b_n \ (m^2)$$

BCUIAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Dacă distanţa între verticale este egală ($b_2=b_3=...=b_n=b$), formula se simplifică:

$$\omega = \frac{h_1}{2} b_1 \left(\frac{h_1}{2} + h_2 + h_3 + ... + h_{n-1} + \frac{h_n}{2} \right) b + \frac{h_n}{2} b_n \ (m^2)$$

Suprafaţa dintre verticalele de sondaj cât şi suprafaţa totală a secţiunii transversale se calculează folosindu-se un formular care se găseşte în carnetul de măsurători de debite (tabelul nr.6).

Tabelul nr. 6

Calcularea suprafeţei dintre verticalele de sondaj şi a suprafeţei totale a secţiunii transversale

Numărul vert. de sond.	Abscisa vert. de sondaj	Distanţa dintre verticale de sondaj (m)	Adâncimea în verticala de sondaj (m)	Adâncimea medie dintre verticalele de sondaj (m)	Suprafaţa dintre verticalele de sondaj (m^2)
mal	x_0	$b_1=x_1-x_0$	0	$\frac{h_1}{2}$	$\omega_1=\frac{1}{2}h_1b_1$
1	x_1	$b_2=x_2-x_1$	h_1	$\frac{1}{2}(h_1+h_2)$	$\omega_2=\frac{1}{2}(h_1+h_2)b_2$
2	x_2	$b_3=x_3-x_2$	h_2	$\frac{1}{2}(h_2+h_3)$	$\omega_3=\frac{1}{2}(h_2+h_3)b_3$

c) Lăţimea râului (B,m) se determină ca distanţă între limitele apei de pe profil şi se obţine ca diferenţă între distanţele de la reper la cele două maluri.

d) Adâncimea medie (h_{med},m) este dată de raportul dintre suprafaţa secţiunii transversale (ω) şi lăţimea râului (B)

$$h_{med} = \frac{\omega}{B} \ , \ (m)$$

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

e) Adâncimea maximă (h_{max},m) reprezintă adâncimea cea mai mare din profilul ridicat.

f) Perimetrul udat (P,m) reprezintă lungimea liniei albiei râului aflată sub suprafaţa apei şi se determină ca sumă a ipotenuzelor triunghiurilor dreptunghice, care au o catetă egală cu diferenţa dintre adâncimea a două verticale vecine, iar cealaltă catetă egală cu distanţa dintre verticale.

Pentru determinarea perimetrului udat se utilizează următoarea formulă:

$$P = \sqrt{b_1^2+h_1^2} + \sqrt{b_2^2+(h_2-h_1)^2} + \ldots + \sqrt{b_n^2+h_n^2}\ ,\ (m)$$

unde: P - perimetrul udat,(m);

$b_1, b_2, \ldots, b_n$ - distanţa dintre două verticale,(m);

$h_1, h_2, \ldots, h_n$ - adâncimea în verticalele de sondaj,(m).

g) Raza hidraulică (R,m) reprezintă raportul dintre suprafaţa secţiunii (ω,m^2) şi perimetrul udat (P,m)

$$R = \frac{\omega}{P}\ ,(m)$$

Pentru râurile mari a căror lăţime depăşeşte mult adâncimea medie (h_{max}=1 şi B=50), raza hidraulică este aproape egală cu adâncimea medie.

$$R = h_{med}\ ,\ (m)$$

Elementele secţiunii transversale astfel calculate se înscriu pe grafic în stânga profilului şi în fişa de prelucrare a măsurătorilor.

În cazul albiilor afectate de fenomene de îngheţ elementele secţiunii transversale sunt compuse din: secţiunea gheţii (ω_g), secţiunea năboiului (ω_n), secţiunea activă (ω_a) şi secţiunea inactivă (ω_i) (fig. 46).

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

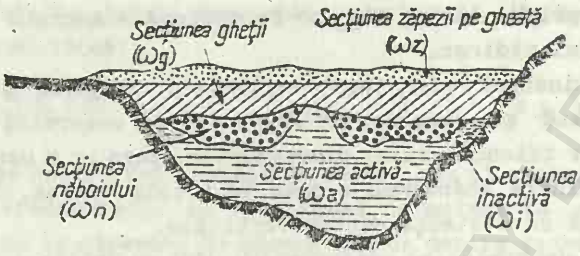


Fig.46 Elementele secţiunii transversale la albie acoperită cu pod de gheaţă

Determinarea elementelor geometrice ale secţiunii transversale, în cazul existenţei fenomenelor de îngheţ, se realizează pe baza datelor de sondaj după cum urmează:

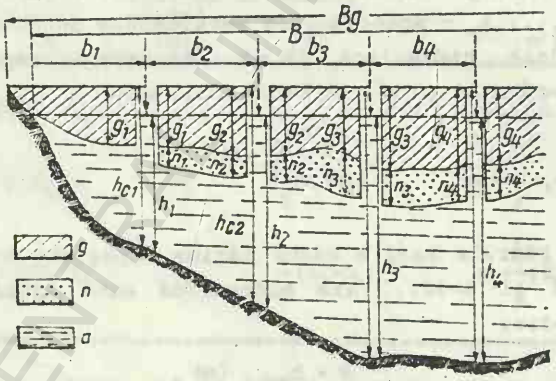


Fig.47 Elementele geometrice ale secţiunii transversale la albie acoperită cu fenomene de îngheţ

a) Nivelul la mină (H,cm) se determină ca şi în cazul precedent.

b) Suprafaţa secţiunii transversale a râului se obţine pe baza

distanţelor dintre verticalele de sondaj şi a adâncimilor de calcul (h_c) (fig. 47).

Adâncimea de calcul pentru fiecare verticală de sondaj se obţine prin însumarea adâncimii apei cu grosimea gheţii necufundate.

c) Suprafaţa secţiunii transversale a apei se stabileşte ca şi la albia liberă.

d) Suprafaţa secţiunii gheţii (ω_g) şi a năboiului (ω_n) se determină fie prin planimetrare, după ce a fost reprezentată, fie analitic, considerînd o serie de figuri geometrice care se înglobează în această suprafaţă.

$$\omega_g = \frac{g_1}{2} \cdot b_1 + \frac{g_1+g_2}{2} \cdot b_2 + \ldots + \frac{g_n}{2} \cdot b_n \ (m^2)$$

$$\omega_n = \frac{n_1+n_2}{2} \cdot b_2 + \frac{n_2+n_3}{2} \cdot b_3 + \ldots + \frac{n_{n-1}+n_n}{2} \cdot b_n \ (m^2)$$

e) Suprafaţa totală (ω_t) a secţiunii transversale a râului se obţine însumând suprafaţa secţiunii apei ($\omega_a+\omega_i$) cu suprafaţa gheţii (ω_g) şi a năboiului (ω_n).

f) Pentru lăţimea râului se consideră:

- lăţimea râului la nivelul apei (B,m);
- lăţimea totală la partea superioară a gheţii (B_g,m).

g) Adâncimea medie a secţiunii totale se determină ca raport între suprafaţa totală a secţiunii (ω_t) şi lăţimea râului (B_g).

h) Grosimea medie a gheţii se determină cu relaţia:

$$h_{med.g} = \frac{\omega_g}{B_g} (m)$$

i) Grosimea medie a năboiului se determină cu relaţia:

$$h_{med.n} = \frac{\omega_n}{B_n} (m)$$

j) Adâncimea medie a apei ($h_{med.a.}$) sub gheaţă se determină cu relaţia:

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$$h_{med.a} = \frac{\omega_g + \omega_i}{B} \quad (m)$$

k) Adâncimea maximă a secţiunii libere, grosimea maximă a gheţii şi a năboiului se iau din tabelul datelor de sondaj.

l) Perimetrul udat la albia acoperită se calculează adăugînd la conturul albiei udate lungimea părţii inferioare a gheţii.

m) Raza hidraulică se determină după aceeaşi formulă ca şi la albia liberă.

4.2.3. Planul albiei

Acesta se întocmeşte pe baza măsurătorilor de adâncime pe profile transversale, fiind necesar la caracterizarea râului şi pentru diferite lucrări hidrometrice sau hidrotehnice.

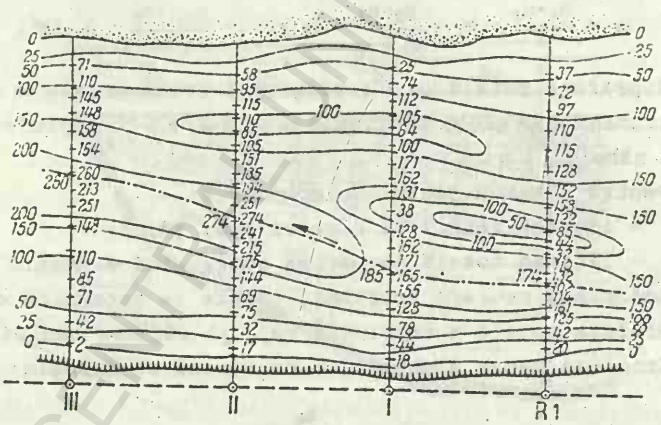


Fig.48 Planul albiei

Pentru întocmirea planului în izobate se reduc toate adâncimile măsurate la un nivel convenţional (de obicei cel de la începutul măsurătorii), valoarea adâncimilor se reprezintă cu exactitate pe un plan, apoi prin interpolare se unesc punctele cu

aceeaşi adâncime prin linii continue (izobate) (fig. 48).

Pentru întocmirea planului albiei în curbe de nivel se determină cota albiei, scăzând adâncimea fiecărui punct din cota nivelului convenţional apoi valorile cotelor fundului se trec pe un plan, unindu-se punctele cu aceeaşi valoare.

Punctele cu adâncimi maxime se unesc printr-o linie punctată, care reprezintă linia talvegului.

4.2.4. Profilul longitudinal

Acesta se întocmeşte pe baza măsurătorilor de adâncime efectuate pe mai multe transversale. Deoarece măsurătorile de adâncime corespund la niveluri diferite, se impune reducerea lor la acelaşi nivel. În acest scop, în funcţie de lungimea porţiunii de râu considerată, se pot utiliza două metode:

- dacă sectorul de râu pe care se efectuează măsurătorile este scurt, se bornează prin ţăruşi la nivelul apei, la o dată stabilită. Se leagă apoi prin nivelment capul ţăruşilor de reperele şi piloţii instalaţi şi se determină cota.

- dacă sectorul de râu este mare, se împarte în porţiuni de cîte 5 - 10 km, în aşa fel ca limitele porţiunilor să coincidă cu poziţia unor repere de nivelment, iar în cuprinsul lor se instalează cel puţin o staţie hidrometrică.

Pentru fiecare sector trebuie să se stabilească într-un timp scurt (2 - 3 zile), prin nivelment, cota nivelului apei la toate reperele şi piloţii instalaţi pe transversale şi să se completeze o fişă în care se trece data exactă şi ora la care s-a stabilit. În această perioadă, la staţiile hidrometrice se fac observaţii din oră în oră.

Cotele nivelurilor stabilite prin nivelment se reduc la nivelul convenţional utilizînd datele staţiilor hidrometrice la o oră fixată, pentru care se stabileşte nivelul conveţional.

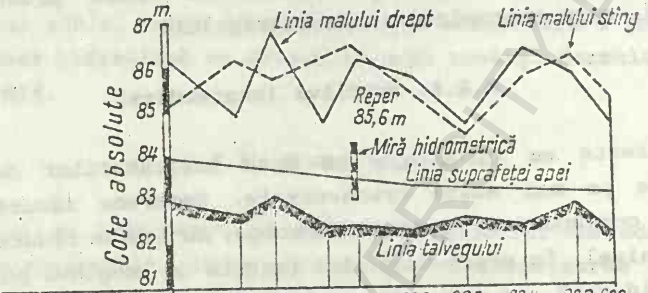
Se determină apoi valoarea reducerii şi se corectează adâncimile cu această valoare. Valoarea reducerii se determină după relaţia: $H=H_m-H_1$

unde:

H - valoarea reducerii;

H_m - cota adâncimilor obţinute la măsurare;

H_1 - cota nivelului convenţional.



Data calendaristică										
Cotele talvegului	83,0	82,6	83,0	82,4	82,4	82,3	82,5	82,4	82,9	82,2
Cotele malului drept	86,2	84,9	86,3	84,8	86,1	85,8	84,7	86,4	85,8	86,6
Cotele malului sting	85,2	86,1	85,7	86,2	86,4	85,4	84,5	85,8	86,2	85,3
Cotele suprafeţei apei	84,0	83,8	83,6	83,5	83,4	83,3	83,3	83,2	83,1	83,1
Kilometri	0				5				10	

Fig.49 Profilul longitudinal al unui sector de râu

Având valorile adâncimilor pe diferite transversale reduse la nivelul convenţional, se trece la întocmirea profilului longitudinal, utilizând un sistem de axe rectangulare. Astfel, pe abscisă se trec poziţiile profilelor transversale, iar pe ordonată cotele absolute ale talvegului albiei râlui, ale oglinzii apei şi ale malurilor (fig. 49). Sub profil se înscriu într-un tabel valorile numerice ale elementelor reprezentate în profil.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

5. DETERMINAREA VITEZEI DE CURGERE A APEI RÂURILOR

În albiile râurilor viteza medie a secţiunii active rezultă din mulţimea de viteze punctiforme, distribuite în tot cuprinsul ei. Sub acţiunea fenomenului continuu de pulsaţie, vitezele punctiforme oscilează în jurul unor valori medii. Ca urmare, în cazul apelor curgătoare se recurge la măsurători de viteze punctiforme în mai multe verticale caracteristice din secţiunea de curgere.

Pentru a cunoaşte variaţia vitezelor apei pe ansamblul secţiunii, pe verticalele stabilite se fixează un număr suficient de puncte pentru determinarea vitezei.

Măsurarea vitezelor de curgere a apei în râuri se face atât pentru determinarea debitului, cât şi pentru stabilirea direcţiei curenţilor, elemente necesare în elaborarea proiectelor de regularizare a albiei şi a lucrărilor hidrotehnice (deschideri şi amplasări de poduri, baraje, diguri etc.).

5.1. Noţiunile de viteză punctiformă, epura vitezelor şi izotahe

Măsurarea vitezei curentului într-un anumit punct nu este concludentă dacă durata de măsurare este foarte scurtă. În practica hidrometrică viteza într-un punct se determină într-un timp mai îndelungat (câteva minute). Astfel se înlătură o eventuală eroare ce poate surveni în cazul când se ia în considerare numai valoarea unei pulsaţii instantanee.

În mod curent prin direcţie şi viteză punctiformă se înţeleg valorile medii în jurul cărora se produc oscilaţii datorite curentului turbulent al curgerii apei în râuri.

După determinarea vitezelor punctiforme dintr-o verticală se poate construi diagrama vitezelor pe o direcţie dată. Pentru aceasta, în prealabil se alege o scară pentru viteze şi una pentru adâncime. Reprezentând sub forma unor vectori valorile vitezelor determinate în punctele dintr-o verticală şi unind extremităţile acestora se obţine o curbă de repartizare a

vitezelor pe verticală denumite hodograf sau epura vitezelor (fig. 50).

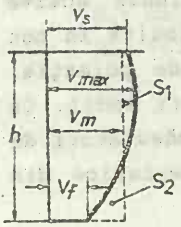


Fig.50 Diagrama de variaţie a vitezei apei pe verticală (epura vitezelor)

În condiţiile unei albii naturale normale se deosebesc viteza de suprafaţă (V_s), care este ceva mai mică decît viteza maximă (V_{max}) situată sub oglinda apei, şi viteza de fund (V_f), care are valoarea minimă (fig. 50).

Viteza medie pe verticală (V_m) este înălţimea dreptunghiului care are drept bază adâncimea apei în verticală (h) şi suprafaţa echivalentă cu suprafaţa diagramei vitezelor pe verticală. Rezultă că dreapta paralelă cu verticala de adâncimi la o distanţă egală cu viteza medie a apei în verticală separă de o parte şi de alta suprafeţele parţiale de pe hodograf S_1 şi S_2 egale între ele (fig. 50).

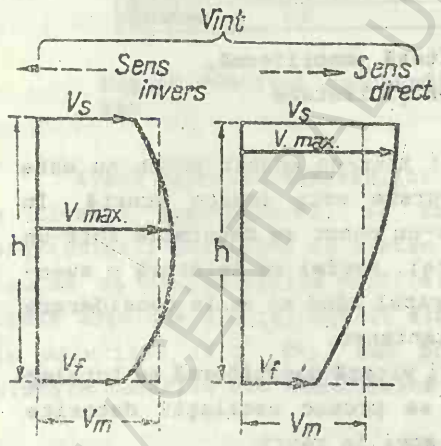


Fig.51 Aspectele epurei vitezelor sub influenţa vântului

În repartiţia vitezei pe verticală pot interveni factori perturbatori care modifică sensibil forma epurei. În categoria acestor factori se menţionează vântul, fenomenele de îngheţ, diverse obstacole din albie (praguri, pile de pod, piloţi etc.). Spre exemplu din cauza vântului, care bate de-a lungul curentului în sens invers mişcării, au loc diminuări ale vitezelor de suprafaţă şi majorarea celor din adâncime (fig. 51). În cazul când vântul bate în sensul mişcării, efectul este contrar, în sensul că viteza curentului creşte (fig. 51).

Modificări radicale ale distribuţiei vitezelor pe verticală

apar atunci când curentul se deplasează sub podul de gheaţă (fig. 52).

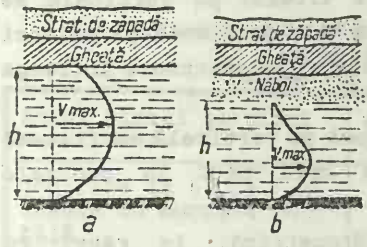


Fig.52 Aspectele epurei vitezelor în prezenţa podului de gheaţă (a) şi a năboiului (b)

Datorită valorilor ridicate ale coeficientului de rugozitate a stratului de gheaţă şi a năboiului, viteza maximă se află în treimea inferioară a verticalei de adâncime la începutul formării podului de gheaţă (fig. 52 a). Spre sfârşitul iernii din cauza netezirii treptate a părţii inferioare a gheţii, viteza maximă se va deplasa în treimea superioară a verticalei de adâncime (fig. 52 b).

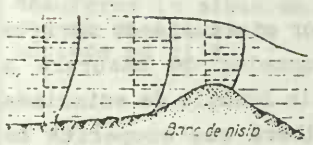


Fig.53 Modificarea epurei vitezelor în prezenţa unor bancuri de nisip

Modificări ale epurei vitezelor se produc şi în prezenţa unor obstacole din albie, cum ar fi bancurile de nisip (fig. 53).

Măsurarea vitezelor curentului apei se face într-o serie de verticale fixe, alese dintre verticalele de sondaj şi completate, atunci când este cazul, cu verticale suplimentare.

Poziţia verticalelor fixe de viteză se marchează cu vopsea pe construcţia sau instalaţia din profilul de măsurare al staţiei hidrometrice. Aceste verticale se fixează la distanţe egale una de alta, mai dese în albia minoră şi mai rare în cea majoră.

Numărul verticalelor de viteză se alege ţinîndu-se seama de lăţimea maximă a oglinzii apei, după cum urmează:

Lăţimea maximă (m)	< 1	1-50	50-100	>100
Numărul de verticale	5-8	8-10	10-15	15

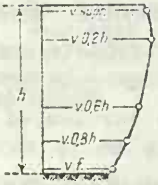
În cazul când profilul transversal prezintă o linie a albiei cu numeroase frângeri bruşte, se vor fixa verticale de viteză şi în aceste puncte.

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În cazul măsurătorilor la niveluri mai mici decât cele care au fost luate în considerare la fixarea verticalelor de viteză şi când în profilul transversal vor rămâne mai puţine verticale de viteză, se pot alege şi verticale suplimentare.

Numărul punctelor de măsurare a vitezei pe verticală se fixează în funcţie de adâncimea activă "h", de diametrul paletei moriştii, de rapiditatea cu care trebuie să se efectueze întreaga măsurătoare şi de starea râului.

Punctele de măsurare a vitezei apei pe verticală se fixează măsurând distanţa de la suprafaţa apei până la punctele respective.



F i g . 5 4 P u n c t e l e standard de măsurare a vitezelor pe verticală

În practica hidrometrică, la râuri cu adâncimi mai mari, se admit ca puncte de măsurare standard a vitezelor pe verticală, în lipsa gheţii, următoarele: la suprafaţa apei (V_s), la 0,2 din adâncime ($V_{0,2h}$), la 0,6 din adâncime ($V_{0,6h}$), la 0,8 din adâncime ($V_{0,8h}$) şi la fund (V_f) (fig. 54).

În cazul măsurătorilor efectuate cu morişca hidrometrică, numărul punctelor de măsurare a vitezei pe verticală este în funcţie de adîncimea apei, de felul albiei (liberă sau acoperită cu pod de gheaţă), de modul în care se execută măsurătoarea cu morişca (pe tijă sau pe cablu), etc. (tabelul nr.7).

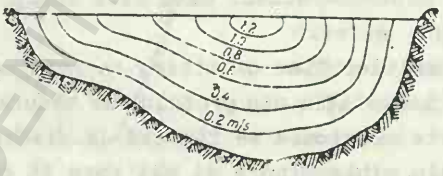


Fig.55 Izotahele secţiunii transversale în cazul albiei libere

Dispunând de valorile vitezelor din toate punctele verticalelor de viteză ale unei secţiuni transversale, se poate figura câmpul de viteze pe ansamblul secţiunii. Astfel, prin

BCU IAŞI / CENTRUL UNIVERSITAR LIBRARY

Tabelul 7

Punctele de măsurare a vitezei executate cu morişca hidrometrică (diametrul paletei de 12-14 cm)

Felul albiei şi tipul de măsurare	Adâncimea (cm)	Punctul de măsurare al vitezei
Măsurare în albie liberă cu morişca pe tijă	<15	Nu se efectuează măsurătoare
	15-20	La 0,6 h
	21-40	La suprafaţă şi la fund
	41-80	La 0,2 h;0,6 h şi 0,8 h
	>81	La 0,2 h;0,6 h;0,8 h şi la fund
Măsurarea în albie cu pod de gheaţă şi cu morişca pe tijă	<15	Nu se efectuează măsurătoare
	15-20	La 0,6 h
	21-40	La suprafaţă şi la fund
	41-80	În lipsa năboiului la 0,2 h;0,6 h şi 0,8 h În prezenţa năboiului la 0,2 h;0,4 h şi 0,8 h
	>81	La suprafaţă; 0,2 h;0,4 h;0,6 h;0,8 h şi la fund
Măsurarea în albie liberă cu morişca pe cablu şi cu lest	<32	Nu se efectuează măsurătoare
	33-40	La suprafaţă
	41-60	La suprafaţă şi la fund
	61-100	La suprafaţă;0,4 h şi la fund
	101-160	La suprafaţă;0,2 h;0,6 h şi la fund
	>161	La suprafaţă;0,2 h;0,4 h; 0,6 h;0,8 h şi la fund

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

unirea punctelor cu aceleaşi valori, se obţin nişte izolinii numite izotahe, care dau o imagine foarte bună asupra răspândirii pe ansamblul secţiunii a vitezei apei corespunzătoare datelor la care s-au făcut determinările. Analizând izotahele într-o secţiune normală de râu (liberă), se observă că poziţia axei dinamice a curentului, sub influenţa rugozităţii albiei, se deplasează spre suprafaţă, liniile izotahelor fiind deschise la suprafaţă (fig. 55). Viteza creşte de la maluri spre mijloc şi de la fund spre suprafaţă. În cazul albiilor asimetrice, vitezele cresc spre malul cu adâncime mai mare.

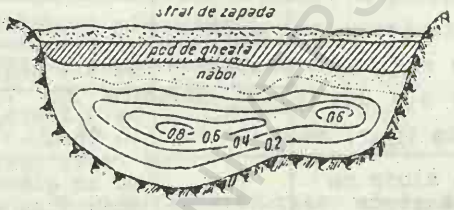


Fig.56 Izotahele secţiunii transversale în cazul albiei acoperite cu pod de gheaţă

În prezenţa podului de gheaţă, izotahele iau aspectul unor linii închise, iar axa dinamică a cursului se situează spre mijlocul curentului sau uşor deplasată spre regiunea cu rugozitatea mai redusă (fig. 56). În cazul năboiului, viteza maximă se deplasează spre fund datorită rugozităţii acesteia.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

5.2. Aparate, dispozitive şi metode de măsurare a vitezei curenţilor

Metodele de mă ırare a vitezei curenţilor sunt de două categorii: metode care se bazează pe antrenarea mijloacelor de măsurare de către curent şi metode care folosesc mijloace fixe în curent, ce preiau - în diferite feluri - energia apei în mişcare.

Din prima categorie fac parte metodele de măsurare a vitezei curenţilor apei cu ajutorul flotorilor de diferite tipuri şi metode de măsurare a vitezei medii a apei în canale cu ajutorul panourilor mobile.

Din a doua categorie fac parte metodele de măsurare a vitezei apei cu ajutorul moriştilor hidrometrice, batometrelor-tahimetre, tuburilor hidrometrice etc..

Cel mai frecvent utilizate sînt măsurătorile cu ajutorul flotorilor şi cu morişca hidrometrică.

5.2.1. Măsurarea vitezei apei cu flotori

Viteza şi direcţia curenţilor interesează concomitent, şi de aceea măsurarea vitezei apei cu flotori nu se face, de regulă, independent de măsurarea direcţiei curenţilor apei cu flotori. La măsurarea vitezei apei se folosesc aceiaşi flotori şi aceleaşi procedee utilizate la măsurarea direcţiei curenţilor. În plus, trebuie să se determine timpii la care flotorii trec prin poziţii determinate.

Flotorii sînt aparate simple, confecţionate din materiale cu greutate specifică mai mică decât a apei, cu posibilitatea de plutire şi deplasare o dată cu apa râului. Ei sînt utilizaţi atunci când nu se dispune de utilaje mai perfecţionate, la ape mari, când din cauza corpurilor ce plutesc pe râu nu se pot efectua măsurători cu alte aparate, precum şi în situaţiile când aparatele existente s-au defectat.

Viteza curentului se obţine ca raport între spaţiul parcurs de flotor (L) şi timpul (t) în care a parcurs spaţiul respectiv, utilizând relaţia:

$$V = \frac{L}{t} \text{ (m/s)}$$

în care: V - viteza (m/s);
L - spaţiul parcurs (m);
t - timpul de deplasare (s).

După caracteristicile lor, flotorii pot fi: de suprafaţă, de adâncime, integratori şi prăjini hidrometrice.

Flotorii de suprafaţă sunt confecţionaţi, de obicei, din scândură, având diferite forme şi dimensiuni, în funcţie de lăţimea râului şi viteza curentului. Forma trebuie aleasă în aşa fel încât flotorii să aibă o suprafaţă de antrenare cât mai mică, încât să nu poată fi influenţaţi în mişcarea lor de bătaia vântului.

Ca flotori se pot utiliza (fig. 57):

- discuri de lemn, tăiate din trunchiuri de arbori cu diametrul de 10 - 15 cm şi o grosime de 2 - 7 cm, având fixate pe ele un steguleţ vizibil;

- butelii de sticlă de 1/2 - 2 litri, în care se introduce o cantitate de apă în aşa fel încât să se scufunde 4/5 din înălţime; butelia se închide cu un dop, în care se fixează un steguleţ;

- sfere metalice (confecţionate din tablă subţire, ermetic închise), prevăzute în partea superioară cu un steguleţ, echilibrate în aşa fel, ca steguleţul să rămână în poziţie verticală;

- flotori de forma unei cruci, confecţionaţi din două scânduri de 50 - 100 cm lungime, prevăzuţi cu câte un jalon sau steguleţ; se utilizează în cazul râurilor cu lăţime mare;

- sloiuri de gheaţă iarna, sau alte corpuri plutitoare (ramuri de arbori, frunze etc.), vara.

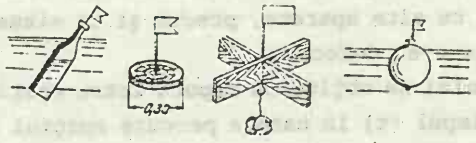


Fig.57 Flotori de suprafaţă

BCUIAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Flotorii de adâncime se utilizează la determinarea vitezei curentului la o adâncime stabilită anterior şi sunt formaţi de obicei din doi flotori:

- primul (de suprafaţă) de dimensiuni mici, care indică traseul parcurs de cel din adâncime;

- al doilea (de adâncime) are o formă şi greutate mai mare, fiind echilibrat astfel încât să se scufunde până la adâncimea stabilită.

Flotorii de adâncime pot fi formaţi din următoarele combinaţii: un disc de lemn şi o bilă de lemn, un disc de lemn şi un butoi umplut cu apă, două sfere metalice de greutate diferită, două butelii de sticlă umplute cu apă, astfel încât una să se scufunde, iar cealaltă să rămână 1/4 afară (fig. 58). De obicei flotorii de suprafaţă sunt legaţi de cei de adâncime cu o sfoară, sârmă sau lanţ.

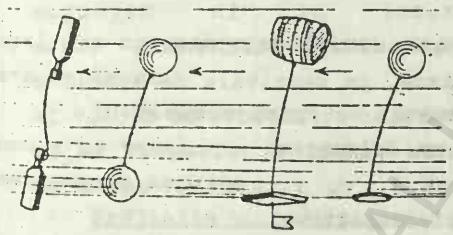


Fig.58 Flotori de adâncime

În cazul flotorilor de adâncime, dacă se neglijează influenţa curentului asupra sforii de legătură şi asupra flotorului de suprafaţă, ce are dimensiuni mult mai mici, viteza determinată poate fi considerată viteza flotorului de adâncime. Rezultate mai precise se obţin atunci când se determină viteza de suprafaţă (V_s) cu un singur flotor, iar apoi viteza de fund cu doi flotori de formă şi greutate aproximativ egale (V_o). În acest caz viteza de adâncime va fi dată de relaţia:

$$V_0 = \frac{V_{supr.} + V_{ad.}}{2}$$

$$V_{ad.} = 2 \cdot V_o - V_{supr.}$$

în care: V_o - viteza de deplasare a flotorului dublu, m/s;

$V_{supr.}$ - viteza de suprafaţă, m/s;

$V_{ad.}$ - viteza de adâncime, m/s.

Flotorii integratori dau rezultate mai bune şi se utilizează

de obicei la determinarea vitezei medii pe verticală la cursuri cu viteze mici şi se bazează pe câteva principii. Astfel, o sferă cu diametrul de 2 - 4 cm, confecţionată dintr-un material cu o greutate specifică subunitară, care nu-şi schimbă proprietăţile din cauza rămânerii în apă (ceară, stearină, celuloid), se cufundă în apă.

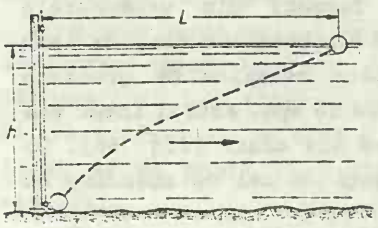


Fig.59 Flotori integratori

În momentul înlăturării dispozitivului cu care se cufundă, bila se va ridica la suprafaţă, la o distanţă proporţională cu viteza curentului în verticala respectivă (fig. 59). În timpul ridicării, bila va parcurge drumul L, în direcţia curentului, străbătând toate straturile de apă de diferite viteze, pe verticala de adâncime (h). Dacă notăm cu n numărul straturilor străbătute de flotor în timpul T, în fiecare strat, pentru timpul t, flotorul va fi antrenat de curent pe o distanţă l, cu viteză v, egală cu produsul vitezei medii a stratului respectiv:

$$l = v \cdot t$$

Spaţiul parcurs de flotor (L) pe distanţa AB va fi:

$$T = \Delta t \cdot n \quad L = \Sigma(v \cdot \Delta t) = \Delta t \cdot \Sigma v \quad , iar \quad V_m = \frac{\Sigma v}{n}$$

$$\Delta t = \frac{T}{n} \quad si \quad \Sigma v = V_m \cdot n$$

$$V_m = \frac{L}{T} \quad L = \Delta t \cdot \Sigma v = \frac{T}{n} \cdot n \cdot V_m$$

Bazat pe acest raţionament, s-a elaborat dispozitivul de lansare a flotorilor integratori (fig. 60), care constă dintr-o mină verticală de 4 m în secţiune dreptunghiulară (2·6 cm), divizată în cm de la 0 la 400, servind la măsurarea adâncimii curentului; o mină orizontală de 2 m lungime, cu aceeaşi secţiune, ce poate glisa pe mira verticală, cu ajutorul căreia se determină drumul parcurs de flotor; un dispozitiv de reţinere a flotorului la baza mirei verticale, cu posibilitatea de

eliberare în momentul dorit.

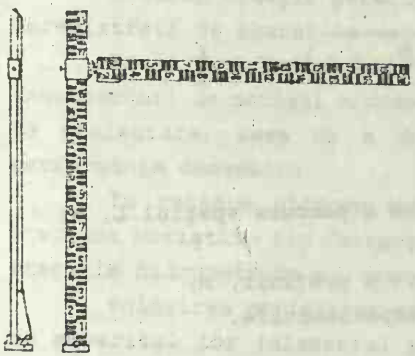


Fig.60 Dispozitiv de lansare a flotorilor integratori

Pentru determinarea vitezei medii pe verticală, sfera se aşează în scobitura tălpii mirei verticale, apoi se cufundă în punctul dorit. Se citeşte adâncimea apei H. Se declanşează flotorul simultan cu un cronometru. Se citeşte pe mira orizontală distanţa L la care a apărut flotorul faţă de punctul de lansare.

În momentul apariţiei flotorului la suprafaţa apei, se opreşte cronometrul notându-se timpul în care flotorul s-a deplasat.

În fiecare punct se lansează 3 - 4 flotori, iar viteza medie pe verticala respectivă se obţine cu ajutorul relaţiilor menţionate mai sus.

Prăjinile hidrometrice fac parte tot din grupa flotorilor, utilizându-se la determinarea vitezei medii pe verticală la râuri cu albii fără neregularităţi şi cu viteze reduse ale curentului.

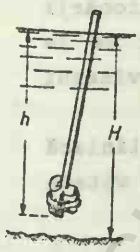


Fig. 61 Prăjina hidrometrică

La viteze mari, prăjinile hidrometrice nu dau rezultate reale, datorită oscilaţiilor pe verticală. Prăjinile hidrometrice dau randament optim până la viteza de 1 m/s, atunci când sunt cufundate la 0,95 din adâncimea apei.

Prăjinile hidrometrice pot fi confecţionate din lemn de 3 - 5 cm diametru, iar pentru asigurarea cufundării în apă, cât şi pentru păstrarea echilibrului (aproape de verticală), în partea inferioară se ataşează un săculeţ cu nisip (fig. 61).

Viteza medie determinată cu prăjinile hidrometrice se calculează cu ajutorul relaţiei:

$$V_m = V_d \cdot K \ (m/s)$$

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

în care: V_a - viteza medie, m/s;
V_d - viteza de deplasare a prăjinii, m/s;
K - coeficientul de corecţie

$$K = 1 - 0,116\left(\sqrt{\frac{H-h}{H}} - 0,1\right); \quad V_d = \frac{L}{t}$$

în care: L - spaţiul parcurs, m;
t - timpul în care prăjina a parcurs spaţiul L, s;
H - adâncimea curentului, m;
h - adâncimea de cufundare a prăjinii, m;
1;0,116;0,1 - constante experimentale.

5.2.2. Măsurarea vitezei apei cu morişca hidrometrică

Morişca hidrometrică este un instrument perfecţionat de determinare a unor parametri cu ajutorul cărora se stabileşte viteza în diferite puncte ale curentului de apă. Denumirea a primit-o de la paletele ce se rotesc în jurul unui ax sub influenţa acţiunii dinamice a curenţilor râului. Prototipul primei morişti hidrometrice aparţine lui Woltmann (elicea hidrometrică, 1790), care a folosit-o pentru prima dată la determinarea vitezelor apei în canale.

Introdusă în curentul râului, morişca hidrometrică transformă prin intermediul unui rotor mişcarea orizontală a firelor de curent în mişcarea de rotaţie. Principiul funcţionării moriştii se bazează pe stabilirea numărului rotaţiilor ce le efectuează paleta într-o unitate de timp sub influenţa vitezei curentului de apă.

Experienţele au arătat că se poate scrie o ecuaţie liniară între numărul de ture ale paletei pe unitate de timp şi viteza punctiformă:

$$v = a + b \cdot n \ (m/s)$$

în care : v - viteza punctiformă, m/s;
a şi b - parametrii ce depind de caracteristicile de fabricaţie ale moriştii;
n - numărul de rotaţii ale paletei în unitatea de timp.

BCU IAŞI CENTRU UNIVERSITY LIBRARY

Această ecuaţie permite trecerea de la valoarea rotaţiei înregistrată de aparat la valoarea vitezei firelor de curent.

Realizând principiul de funcţionare expus, diverşii constructori de morişti hidrometrice au abordat soluţii diferite de proiectare, ceea ce a dus la obţinerea unor aparate cu performanţe deosebite.

În reţeaua hidrometrică din ţara noastră s-au folosit frecvent moriştile tip Jestovschi şi Ott, iar în ultima perioadă staţiile hidrometrice au fost dotate cu morişti de tip I.M.H.

Folosirea moriştilor este limitată de adâncimile minime, de gabaritul lor (diametrul paletei), iar ca viteze minime de sensibilitatea lor (viteza de pornire). În mod obişnuit moriştile clasice pentru râuri se folosesc la adâncimi minime de 10 - 15 cm, iar micromoriştile la cele de 4 - 5 cm. Vitezele apei de la care moriştile sunt sensibile variază de la 2 la 10 cm/s.

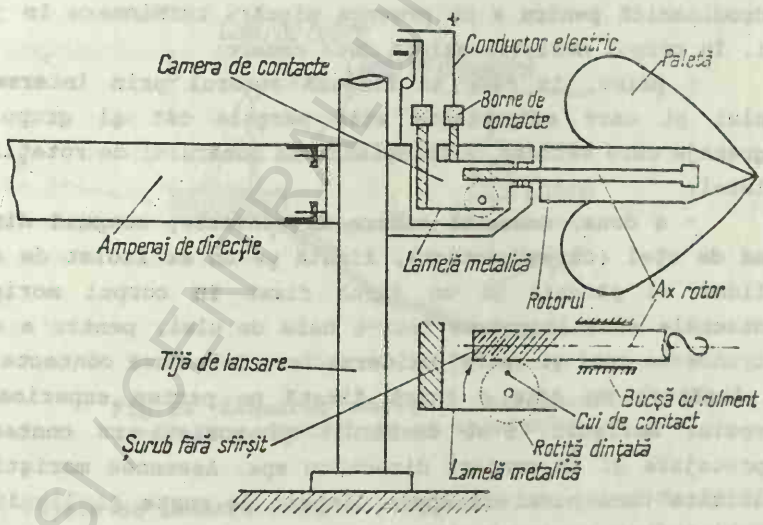


Fig.62 Schema moriştii hidrometrice

Morişca hidrometrică este compusă din mai multe elemente (rotorul, corpul şi ampenajul) (fig. 62), la care se adaugă dispozitivele de lansare (tijă, cablu, lest etc.) şi de

semnalizare (acustică sau optică), precum şi numeroase accesorii.

Rotorul moriştii este compus din paletă şi axul rotor. Paleta poate avea răsuciri şi diametre diferite în funcţie de mărimea vitezelor de determinat. Pentru vitezele mai mici răsucirea va fi mai mare, iar diametrul mai mic. De obicei o trusă de morişcă este dotată cu trei palete: prima, cu diametrul de 5 - 6 cm şi două răsuciri; a doua, cu diametrul de 8 - 10 cm şi o răsucire; a treia, cu diametrul de 10 - 15 cm şi 1/2 răsucire. Pentru fiecare paletă în parte se determină o ecuaţie de tarare a moriştii.

Rotorul moriştii are în cele mai multe cazuri axul orizontal, dar s-au construit şi morişti cu axul vertical.

Axul rotorului este format dintr-o bară metalică pe care se roteşte paleta prin intermediul unei bucşe cu doi rulmenţi (pentru ca la rotire să existe o frecare cât mai redusă), care la extremitatea exterioară are un şurub fără sfârşit, ce angrenează o rotiţă dinţată.

Corpul moriştii este confecţionat din metal şi are o formă hidrodinamică pentru a nu provoca mişcări turbionare în jurul lui. În corpul moriştii există două camere:

- prima, în care se fixează rotorul prin intermediul axului şi care adăposteşte atât pârghia cât şi grupul de angrenaje care servesc la înregistrarea numărului de rotaţii ale paletei.

- a doua, denumită camere de contacte, compusă dintr-o lamă de oţel (cu un contact), fixată pe un ax izolat de corp, solidar cu pârghia şi un şurub fixat în corpul moriştii. Contactele sunt introduse într-o baie de ulei, pentru a evita pătrunderea apei şi astfel oxidarea lor. Cele două contacte sunt în legătură cu câte o bornă fixată pe partea superioară a corpului moriştii. S-au construit şi morişti cu contactele neprotejate şi în contact direct cu apa. Asemenea morişti dau rezultate bune numai la apele limpezi de munte şi lipsite de agresivitate.

Ampenajul ghidează aparatul pe direcţia curentului în plan având rolul de a echilibra aparatul pe verticală faţă de punctul de suspendare pe o tijă sau un cablu cu ajutorul cărora aparatul

este coborât în apă şi fixat în punctul de măsurare.

Ampenajele pot avea forma de plan vertical sau întretăierea a două plane, unul vertical, iar celălalt orizontal. Uneori pot avea forme de con sau dreptunghiulară.

Dispozitivele de lansare a moriştii la adâncimea de măsurat viteza constau dintr-o tijă sau un cablu de la troliu (fig. 63).

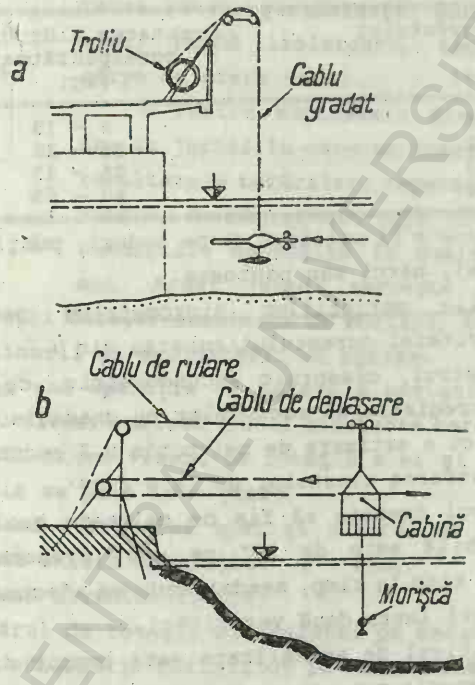


Fig.63 Lansarea moriştii hidrometrice (a-de pe poduri; b-de pe teleferic)

Tijele de lansare sunt confecţionate din ţeavă de 20-30 mm diametru, în funcţie de diametrul orificiului ce străbate corpul moriştii. Lungimea totală a tijelor poate varia între 4-6 m. Pentru comoditatea transportului ele sunt segmentate în lungimi de 0,5 - 1 mm.

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În secţiune tijele au formă circulară, eliptică etc.

În cazul râurilor cu adîncimi mari penrtu lansarea moriştii se utilizează troliul cu cablu (vezi capitolul "Măsurarea adâncimilor"), iar pentru menţinerea cablului în poziţie verticală se ataşează o greutate de formă hidrodinamică ("sonda peşte") sau un disc de plumb. Valoarea greutăţii utilizate este condiţionată de viteza curentului după cum urmează:

Viteza curentului (m/s)	Greutatea hidrodinamică corespunzătoare (kg)
< 1	5 - 15
1 - 2	15 - 25
2 - 3	25 - 35
3 - 4	40 - 55

Troliul poate fi utilizat de pe poduri, punţi hidrometrice, nacele (cabine), bărci sau pontoane.

Accesoriile moriştiilor hidrometrice necesare pentru determinarea vitezei curentului constau din :

- cronometrul, ceasornic secundometric, cu două cadrane; unul pentru înregistrarea secundelor cu gradaţie de la 0" - 60" sau 0" - 30", cu o estimare de cel puţin 0,2 secunde; al doilea, pentru înregistrarea minutelor de la 0'- 30'.

Cronometrul trebuie să fie de calitate bună, iar eroarea maximă admisibilă este de 30" pe oră. Cronometrele trebuie verificate din timp în timp, neadmiţându-se efectuarea a mai mult de 50 măsurători între două verificări.

- dispozitivul de semnalizare este compus dintr-o baterie electrică, o sonerie sau zumer (dispozitiv acustic) şi un beculeţ de lanternă (fig. 64).

Soneria se utilizează în mod obişnuit, iar semnalizarea optică numai în cazul când în apropiere de locul determinărilor există zgomote.În cazul defectării unui dispozitiv se poate folosi celălalt.

Partea electrică a moriştii este alcătuită din grupul de contacte, bornele electrice, cablul izolat şi dispozitivul de semnalizare care împreună formează circuitul electric cu ajutorul căruia se determină numărul de rotaţii ale paletei, în funcţie de viteza curentului.

Atât cronometrul, cât şi dispozitivul de semnalizare pot fi înlocuite cu un cronograf, care înregistrează elementele mai sus amintite pe o cronogramă.

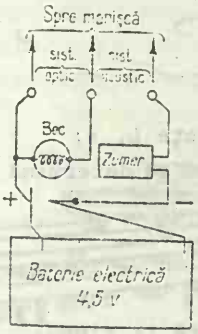


Fig.64 Schema dispozitivului de semnalizare

Pe lângă cele menţionate, orice trusă de morişcă trebuie să fie dotată cu o serie de accesorii necesare întreţinerii, reparării, montării sau demomtării ei în caz de defecţiune pe teren (chei, şurubelniţe, perii, bidon de ulei, bandă izolatoare, cablu rezervă, cârpe de şters etc.).

Pentru exploatare fiecare morişcă are un jurnal în care se înscriu datele şi rezultatele tărărilor, reparaţiile făcute, numărul de măsurători după ultima tarare, condiţiile deosebite la unele măsurători etc. Acest jurnal serveşte atât pentru aprecierea calităţii datelor furnizate de morişcă, cât şi pentru dirijarea întreţinerii şi exploatării ei optime.

Etalonarea sau operaţia de tarare a moriştii constă în stabilirea pentru fiecare paletă a unei constante care reprezintă legătura ce există între viteza de rotaţie a ei şi viteza apei sub efectul căreia se pune în mişcare.

Între viteza curentului apei şi numărul de rotaţii ale paletei pe secundă există corelaţia: $v = f(n)$,
în care: v - viteza curentului, m/s;
n - numărul de rotaţii ale paletei pe secundă.

În timpul utilizării moriştilor pe teren, unele piese se deteriorează, fapt ce provoacă modificarea constantei de etalonare. Din acest motiv se recomandă, ca după 20 măsurători în ape tulburi sau după 50 măsurători în ape limpezi, fiecare morişcă să fie reetalonată.

În majoritatea cazurilor, etalonarea moriştilor se face la staţiile de etalonare, în ape stagnante, prin deplasarea moriştilor cu diferite viteze, de la 2-3 cm/s pînă la 4-5 m/s. Pentru fiecare viteză cursa se face cel puţin de două ori. Pentru fiecare cursă se determină viteza de deplasare V (m/s) şi numărul

de ture ale paletei pe secundă (ture/s). Viteza de deplasare se obţine cu relaţia:

$$V = \frac{L}{t} \quad (m/s)$$

în care: L - distanţa parcursă de morişcă, m;

t - timpul în care a fost parcursă distanţa L, s;

Numărul de rotaţii pe secundă (n) ale paletei se determină cu relaţia:

$$n = \frac{N}{t_2} \quad (rotatii/s)$$

în care: N - numărul rotaţiilor efectuate de paletă în timpul t, s;

t_2- timpul în care afost parcursă distanţa între numărul de impulsuri stabilit, s

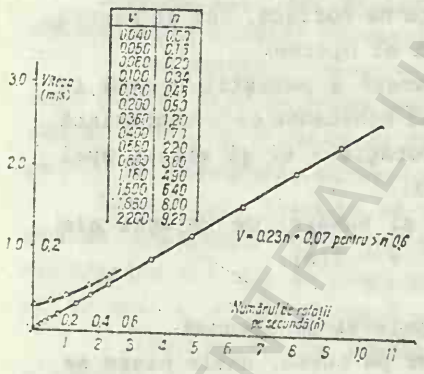


Fig.65 Curba de tarare a moriştii hidrometrice

Cu ajutorul valorilor n şi v, trecute într-un registru, corespunzătoare fiecărei curse de tarare a moriştii, se întocmeşte un grafic (fig. 65), pe baza căruia se eliberează certificatul de etalonare.

Moriştile se tarează în bazine speciale, care pot fi rectilinii sau circulare, precum şi pe iazuri, eleştee sau râuri.

Bazinul de tarare rectiliniu este format dintr-un canal de 50 - 80 m lungime, în secţiune dreptunghiular sau trapezoidal. Lăţimea canalului poate fi de 1 - 2 m şi adâncimea de 1 m. Porţiunea lucrativă trebuie să fie de 40 - 60 m. Pe un mal al canalului se montează două şine pe toată lungimea lui. Pe şine circulă un cărucior autopropulsat sau pus în mişcare cu energie electrică (sistemul tramvaielor sau printr-un sistem asemănător funicularelor). Căruciorul este prevăzut cu tije pe care pot fi montate una sau mai multe morişti

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

de etalonat (fig. 66).

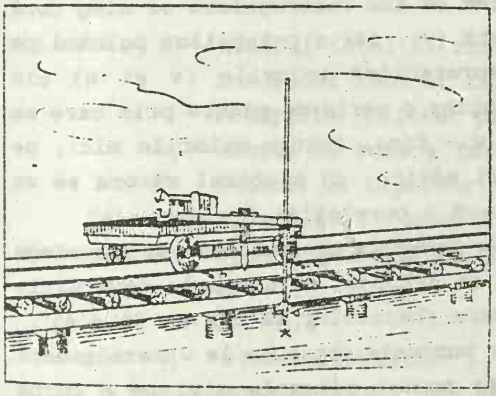


Fig.66 Căruciorul de tarare

Pe o tijă verticală pot fi fixate mai multe morişti cu condiţia ca distanţa de la fund şi suprafaţa apei, cât şi distanţa minimă între ele să fie de 25 cm.

Pentru calculul lungimii drumului parcurs de căruciorul de etalonare, şinele pe porţiunea lucrativă a canalului sunt prevăzute din 0,5 în 0,5 m cu o serie de plăcuţe (contacte electrice) care închid un circuit electric al cronografului instalat pe cărucior.

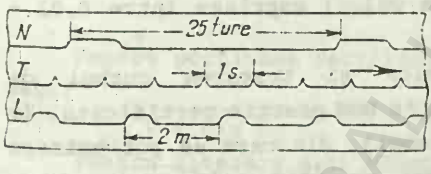


Fig.67 Fragment de cronogramă

Fiecare morişcă, prin intermediul unui cablu izolat, este pusă în legătură cu o baterie electrică, legată în serie cu câte un releu, prevăzut cu o peniţă ce înscrie pe banda cronografului câte o linie cu o serie de spaţii deplasate faţă de aceasta. Deplasările indică contactele date de paletă la un anumit număr de rotaţii (în funcţie de construcţia moriştii): 10, 20, 40 (fig. 67).

Rezultatele obţinute din determinări se trec în "buletinul de etalonare", cu ajutorul căruia se întocmeşte certificatul de tarare şi se calculează constanta de etalonare.

Bazinele circulare, spre deosebire de cele rectilinii, au avantajul de a fi simple, atât din punct de vedere constructiv cât şi al instalaţiilor necesare pentru deplasarea moriştilor, dar prezintă dezavantajele antrenării mai puternice a apei în bazin şi a aplicării în calculele de tarare a unor corecţii ţinând seama de parcurgerea unei traiectorii curbe.

BCU "GHEORGHE ASACHI" IAŞI

Pe baza valorilor din buletinul de etalonare, pentru fiecare paletă se întocmeşte câte o fişă-planşă de tarare (fig. 65). Pentru aceasta, într-un sistem de axe rectangulare se aleg două scări: a vitezelor pe ordonată (v), iar a rotaţiilor paletei pe secundă (n) pe abscisă. Reprezentând valorile (v şi n) din buletinul de etalonare vom obţine o serie de puncte prin care se va trasa curba de corelaţie v = f(n). Pentru valorile mici, pe aceleaşi axe se vor lua scări mărite, cu ajutorul cărora se va reprezenta şi partea inferioară a corelaţiei v = f(n).

La reprezentare, valorile numerice ale scărilor se vor alege în aşa fel încât punctele să se situeze, în general, pe o linie a cărei înclinare faţă de scara absciselor să fie de 35 - 45°.

În majoritatea cazurilor punctele obţinute la vitezele mari se situează pe o dreaptă, iar pentru vitezele mici pe o curbă care trece mai sus de originea axelor. Acest fapt arată că paleta începe să se rotească numai la o anumită viteză, datorită frecării ce există între paletă şi axul ei. Viteza la care paleta începe să se rotească poartă denumirea de viteza iniţială sau viteză de pornire. Ea poate avea valori cuprinse între 0,02 - 0,05 m/s.

După reprezentarea punctelor şi trasarea curbei de corelaţie, pentru a putea utiliza în mod practic certificatul de tarare, se întocmeşte o abacă (tabel), din care se pot extrage valorile vitezelor curentului ori de câte ori vom cunoaşte numărul rotaţiilor paletei pe secundă.

În unele cazuri nu se eliberează certificat de etalonare după care să se întocmească abaca, ci pe baza datelor din buletinul de etalonare se calculează: viteza iniţială (de rotire) a paletei, numărul rotaţiilor paletei pe secundă pentru fiecare cursă şi ecuaţia curbei de etalonare.

Pentru determinarea vitezei iniţiale a paletei se execută curse pe distanţe reduse, cu viteze mici, astfel încît o distanţă de 4 - 5 m să fie parcursă în 80" - 120". Din datele vitezelor, pentru primele curse, se stabileşte media care este admisă ca viteză iniţială a moriştii.

Numărul rotaţiilor paletei pe secundă, după fiecare cursă, se obţine cu ajutorul relaţiei:

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$$n=\frac{N}{t_2}$$

în care: N - numărul total al rotaţiilor paletei (se obţine înmulţind numărul impulsurilor cu numărul rotaţiilor paletei pentru a produce un semnal);

t_2 - timpul în care a fost parcursă distanţa între numărul de impulsuri stabilit.

Calcularea ecuaţiei curbei de etalonare a moriştii hidrometrice se face plecând de la forma generală a ecuaţiei curbei care este:

$$V = V_0 + K \cdot n$$

în care: V_0- viteza iniţială;

n - numărul rotaţiilor paletei pe secundă;

K - constanta ce se determină cu ajutorul datelor din buletinul de etalonare:

$$K = \frac{\sum_v}{\sum_n}$$

Pentru porţiunea rectilinie a curbei ecuaţia de etalonare este:

$$V = K \cdot n$$

Pentru vitezele mici ecuaţia curbei de etalonare este:

$$V = K\,(1-\beta)\,n+\sqrt{(\beta . K . n)^2+v_0^2}\ ;\ \beta=9,2;\ v_0=115$$

Cunoscând valoarea constantei de etalonare şi viteza iniţială a paletei, valoarea vitezei măsurată într-un punct se obţine din ecuaţia:

$$V = V_0 + K \cdot n$$

unde necunoscută este numai valoarea lui n, care se determină în teren prin măsurarea timpului în care se produce un anumit număr de semnale. Practic se procedează astfel:

- se lansează morişca pe verticală până în punctul stabilit în funcţie de adâncimea şi lăţimea râului;

- se lasă paleta să se rotească 1 - 2 minute pentru a-şi regulariza mişcarea;

- la primul impuls dat de dispozitivul de semnalizare optic

BCU IAŞI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

sau acustic se porneşte un cronometru ce se va opri după un anumit număr de semnale, timpii cronometraţi se înscriu în căsuţele 1 - 8 din carnetul de măsurare sau în fişa pentru măsurători;

- se calculează numărul de rotaţii (n) efectuat de paletă în unitate de timp cu ajutorul relaţiei:

$$n = \frac{M \cdot i}{t} \ (rotatii/s)$$

în care: M - numărul rotaţiilor paletei pentru a produce un semnal (morişca hodrometrică tip IMH emite un semnal la 20 de rotaţii ale paletei);
i - numărul semnalelor înregistrate;
t - timpul în care s-au înregistrat semnalele, s.
ex. Morişca hidrometrică tip Babeş[2], paleta nr.1

$$n = \frac{20.6}{33} = \frac{120}{33} = 3,63 \ rotatii/s.$$

5.2.3. Măsurarea vitezei apei cu batometre-tahometre

Batometrele-tahometre sunt aparate ce se folosesc concomitent atât pentru determinarea vitezei apei în funcţie de viteza lor de umplere, cât şi pentru recoltarea probelor de apă necesare la determinarea debitului de aluviuni în suspensie.

Aceste instrumente prezintă avantajul că oferă posibilitatea determinării vitezei punctiforme sau integrate pe toată verticala (viteza medie).

Umplerea batometrelor în unitate de timp este dată de relaţia:

$$q = \frac{W}{t} \ (cm^3/s)$$

în care:

q - debitul, cm^3/s;
W - volumul batometrului, cm^3;
t - timpul în care batometrul se lasă deschis, s.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Viteza curentului este în funcţie de debit şi se obţine grafic de pe diagrama de tarare a aparatului.

Tahometrele - batometre sunt de două feluri: tahometru-batometru pliant, care recoltează la fiecare măsurare volume de apă diferite şi tahometru-batometru cu volum constant, care recoltează în fiecare punct de măsurare acelaşi volum de apă.

Tahometru - batometru pliant se compune dintr-un balon de cauciuc de 1200 cm^3 prevăzut cu un tub metalic de 15 cm lungime şi un diametru interior de 6 mm. Pe tub este fixată o piesă cu ajutorul căreia aparatul se fixează pe tijă (fig. 68).

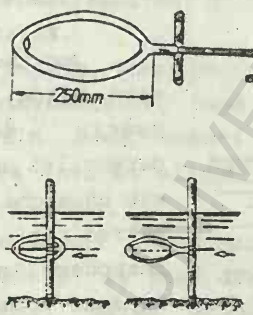


Fig.68 Tahometru batometru pliant
1,balon de cauciuc; 2,tub metalic;
3,piesă pentru fixarea tijei

Înainte de cufundarea aparatului în punctul de măsurare, balonul se presează pentru a se goli de aer. Se introduce în apă cu tubul îndreptat spre aval, iar la adâncimea dorită se întoarce cu 180^0 în aşa fel încît orificiul tubului de admisie să fie orientat contrar curentului. În acelaşi moment se pune în funcţiune un cronometru.

Batometrul se lasă în această poziţie până când apa intrată în balon a umplut 2/3 - 3/4 din volum. În acel moment tija se răsuceşte din nou cu 180^0 şi se opreşte cronometrul.

Cantitatea de apă intrată în aparat în unitate de timp (debitul de umplere, exprimat în cm^3/s) se determină măsurând volumul de apă recoltat cu ajutorul unui cilindru şi împărţind valoarea rezultată la timpul cât a durat umplerea lui. Pentru

control, operaţia dintr-un punct se repetă de 2 - 3 ori. Pentru ca rezultatele să fie reale este necesar să se asigure orizontalitatea tubului de acces al apei.

La viteze mici, sub 0,15 m/s, precizia determinării vitezei cu tahometru - batometru pliant este în general redusă.

5.2.4. Măsurarea vitezei apei cu tuburi hidrometrice

Tuburile hidrometrice sunt dispozitive de determinare a vitezei curentului pe principiul transformării presiunii dinamice a curentului în presiune statică, exprimată prin înălţimea unei coloane de lichid.

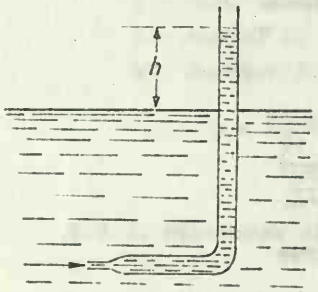


Fig.69 Tub hidrometric Pitot

Autorul acestor dispozitive este Pitot (1732), care a propus pentru determinarea vitezei curentului un tub de sticlă curbat sub un unghi drept deschis la ambele extremităţi (fig. 69). Tubul se introduce în apă cu partea curbată în sens contrar curentului. Nivelul apei în tub se ridică, sub influenţa presiunii curentului, la o anumită înălţime faţă de nivelul apei râului ce depinde de viteza curentului.

Denivelarea h reprezintă înălţimea cinetică şi are valoarea teoretică:

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

în care: v - viteza curentului;
g - acceleraţia gravitaţională.

Măsurând diferenţa de nivel h se poate determina viteza v conform relaţiei:

$$v = \varphi . \sqrt{h}$$

în care:

$$\varphi = K\sqrt{2g} \quad , \text{iar} \quad v = K\sqrt{2gh} \, .$$

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

K - constanta tubului ce se determină experimental.

Relaţia mai sus menţionată se mai poate scrie sub forma:

$$v = K\sqrt{2g} \cdot \sqrt{h}$$

Înlocuind valoarea $K \cdot \sqrt{2g}$ din relaţia de mai sus cu C, relaţia va primi forma:

$$V = C\sqrt{h}$$

Valoarea lui C stabilindu-se o dată cu etalonarea aparatului, rămâne constantă.

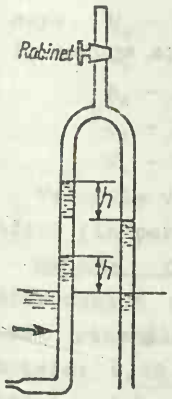


Fig.70 Tub hidrometric Darcy

Mai târziu, Darcy perfecţionează sistemul de tuburi hidrometrice. După Darcy, dispozitivul constă din două tuburi sudate în partea superioară într-un singur tub, prevăzut cu un robinet (fig.70).

În momentul introducerii dispozitivului în apă, robinetul se lasă deschis până când cele două tuburi ating adâncimea dorită. Apoi robinetul se închide, iar dispozitivul se ridică la oglinda apei, pentru stabilirea mai comodă a diferenţei de nivel în cele două tuburi. Limita superioară a coloanei de apă din tubul curbat indică valoarea nivelului sub influenţa presiunii dinamice a apei, iar limita superioară a coloanei din tubul vertical indică nivelul apei râului. Introducând valorile citite (cu ajutorul unei rigle pe cele două tuburi) în ecuaţia $V = C\sqrt{h}$, stabilim valoarea vitezei în punctul respectiv.

Pe principiile tuburilor Pitot şi Darcy au fost elaborate noi tipuri de dispozitive modernizate, cu ajutorul cărora valorile lui h se determină cu multă uşurinţă, iar valorile vitezelor se iau direct de pe o abacă.

BCU / CLUJ UNIVERSITY LIBRARY

5.3. Determinarea vitezei medii pe verticală

Metodele şi aparatele prezentate (cu excepţia flotorilor integratori) permit determinarea punctuală a vitezei curentului de apă. Pentru diverse cerinţe practice şi mai ales pentru determinarea debitelor de apă, trebuie calculate vitezele medii din verticalele secţiunii active.

Metodele cele mai uzuale pentru determinarea vitezei medii pe verticală sunt: grafomecanică, grafoanalitică, Cebişev, analitică şi a integrării vitezelor pe verticală.

Metoda grafomecanică constă în reprezentarea epurelor vitezelor pe verticală, iar apoi în planimetrarea acestora de 2 - 3 ori.

Viteza medie se obţine ca raport între suprafaţa epurei şi adâncime (fig. 71), utilizând relaţia:

$$V_m = \frac{F_v}{h} \ (m/s)$$

în care: V_m - viteza medie pe verticală, m/s;
F_v - suprafaţa epurei, m^2;
h - adâncimea verticalei, m.

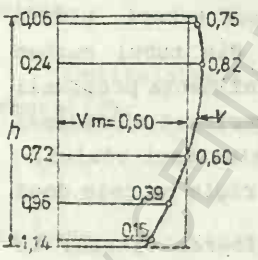


Fig.71 Calcularea vitezei medii pe verticală prin metoda grafomecanică

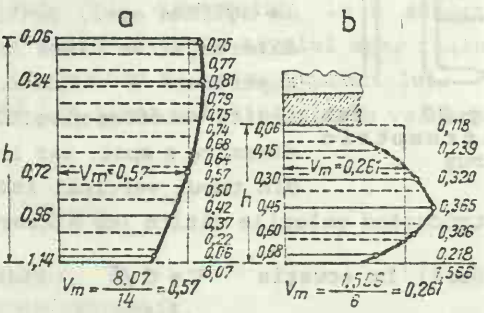


Fig.72 Calcularea vitezei medii pe verticală prin metoda grafoanalitică

Metoda grafoanalitică constă din: reprezentarea epurei vitezelor pe verticală, după datele determinărilor din teren; împărţirea epurei în fâşii orizontale de 4 mm înălţime; stabilirea valorii vitezelor V_1, V_2, V_3 ....., V_n, măsurate la

mijlocul fiecărui interval (fig. 72).

Valoarea vitezei medii se obţine prin calcul ca medie aritmetică a valorilor parţiale:

$$V_m = \frac{V_1+V_2+V_3+\ldots+V_n}{n} = \frac{\Sigma V_i}{n} \quad (m/s)$$

În cazul cînd ultima fâşie are o înălţime mai mică de 4 mm, viteza medie se obţine cu ajutorul formulei:

$$V_m = \frac{\Sigma V_i + \frac{h_n}{h_i} \cdot V_n}{n + \frac{h_n}{h_i}} \quad (m/s)$$

în care: V_m - este viteza medie pe verticală, în m/s,

V_i - viteza intervalului, în m/s,

h_n - înălţimea ultimei fâşii, în mm;

h_i - înălţimea unei fâşii, 4 mm;

V_n - viteza mijlocului fâşiei de jos, în m/s.

Valorile vitezei extrase din epură se trec pe reprezentarea grafică (în partea dreaptă), făcându-se suma lor (ΣV_i).

Metoda Cebîşev este intermediară între metodele grafomecanică şi grafoanalitică. Ea constă în reprezentarea epurei vitezelor şi extragerea vitezelor de pe grafic în punctele: 0,08 h; 0,31 h; 0,50 h; 0,69 h; 0,92 h. Valoarea vitezei medii se obţine cu ajutorul formulei:

$$V_m = \frac{V_{0,08h} + V_{0,31h} + V_{0,50h} + V_{0,69h} + V_{0,92h}}{5} \quad m/s$$

Metoda analitică de calculare a vitezei medii pe verticală nu necesită reprezentarea epurelor, ci numai calcularea cu una din formulele de mai jos, în funcţie de adâncimea apei, astfel:

- la măsurarea vitezelor în cinci puncte (h > 80 cm);

$$V_m = \frac{V_{supr.} + 3.V_{0,2h} + 3.V_{0,6h} + 2.V_{0,8h} + V_f}{10};$$

- la măsurarea vitezelor în trei puncte (h=41 - 80 cm);

BCU IAŞI CENTRUL UNIVERSITAR LIBRARY

$$V_m = \frac{V_{0,2h} + 2 \cdot V_{0,6h} + V_{0,8h}}{4},$$

- la măsurarea vitezelor în două puncte (h=21 - 40 cm);

$$V_m = \frac{V_{0,2h} + V_{0,8h}}{2}$$

- la măsurarea vitezei într-un punct (h=15 - 20 cm);

$$V_m = V_{0,6h}.$$

În prezenţa unui strat de gheaţă, viteza medie se determină cu aceeaşi formulă pentru 2 - 5 puncte. În cazul unui singur punct, viteza medie se obţine cu ajutorul formulei:

$$V_g = K \cdot V,$$

în care: K este o constantă experimentală ce are următoarele valori:

0,75 pentru $V_{0,4h}$;
0,85 pentru $V_{0,5h}$;
0,95 pentru $V_{0,6h}$.

Metoda integrării vitezelor pe verticală constă în determinarea, pe cale mecanică, a vitezei medii pe verticală. În acest scop, morişca hidrometrică se ridică pe verticală cu o viteză constantă, de la fund spre suprafaţă şi invers, înregistrându-se numărul impulsurilor (i) şi timpul în care se produc aceste impulsuri (t). Cunoscând cele două elemente (n şi t), viteza medie pe verticală se obţine cu ajutorul relaţiei amintite.

BCU IASI / CETATEA - UNIVERSITY LIBRARY

6. DETERMINAREA ŞI CALCULAREA DEBITULUI LICHID

Determinarea şi calcularea debitului lichid reprezintă una din activităţile de bază ce se desfăşoară la staţiile hidrometrice, întrucât mărimea lui este importantă în studiile hidrologice.

Metodele de determinare a debitelor de apă sunt variate, iar numărul de măsurători diferă de la staţie la staţie hidrometrică.

În general, la staţiile cu albii stabile nu se efectuează mai mult de 10 măsurători pe an. În schimb, la râurile cu albii instabile este necesar ca măsurătorile să se execute o dată la câteva zile.

Măsurătorile de debite trebuie să fie calculate imediat după efectuarea lucrărilor de teren, iar relaţia nivel (H) - debit (Q) urmărită prin fiecare măsurătoare.

Calcularea debitelor de apă zilnice şi caracteristice sunt necesare în studiile hidrologice ce se elaborează în vederea utilizării judicioase a resurselor de apă ale râurilor şi combaterii efectelor lor negative.

6.1. Noţiunea de debit şi modul de exprimare

Debitul este cantitatea de apă ce curge într-o unitate de timp prin secţiunea activă a unui râu.

Dacă ne imaginăm vitezele cursului de apă sub forma unor vectori ai planului secţiunii transversale ce pleacă din punctele din intersecţia oglinzii apei cu secţiunea activă şi verticalele de viteză, putem obţine volumul unui corp mărginit de două suprafeţe plane (suprafaţa secţiunii active şi suprafaţa orizontală de deplasare) şi suprafaţă curbată (fig. 73).

Modelul debitului total obţinut este format din tronsoane delimitate de planurile verticalelor de viteză şi a epurelor delimitate de vectorii vitezelor. Un asemenea tronson detaşat din model este în fig. 74 şi reprezintă modelul matematic al debitului

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

parţial cuprins între verticalele 2 şi 3.

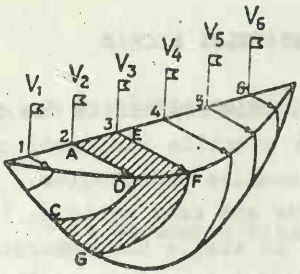


Fig.73 Modelul debitului total

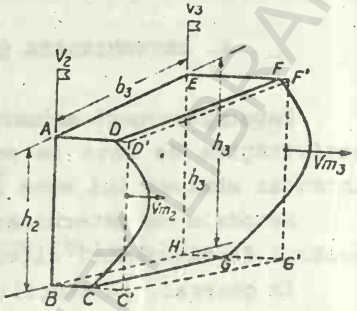


Fig.74 Modelul debitului parţial

Volumul de apă cuprins în acest tronson se obţine considerându-l un trunchi de piramidă, ale cărui elemente sunt:

- suprafaţa bazei mari: E,F',G',H, care reprezintă suprafaţa vitezei medii în verticala V_3;
- suprafaţa bazei mici: A,D',C',B, care reprezintă suprafaţa vitezei medii în verticala V_2;
- înălţimea AE, care reprezintă distanţa între verticalele de viteză (b_3).

Volumul trunchiului de piramidă este $= \frac{AD'C'B + EF'G'H}{2} \cdot AE$,

relaţie ce poate fi scrisă cu ajutorul elementelor hidrometrice, sub forma debitului parţial:

$$q_3 = \frac{V_{m2} \cdot h_2 + V_{m3} \cdot h_3}{2} \cdot b_3$$

unde: q_3 este debitul parţial al tronsonului 3, (m^3/s);

V_{m2} - viteza medie pe verticala a doua (2), (m/s);

V_{m3} - viteza medie pe verticala a treia (3), (m/s);

b_3 - distanţa între V_2 şi V_3 , (m);

V_2 - verticala a doua de viteză;

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

V_3 - verticala a treia de viteză;

h_2 - adâncimea pe verticala V_2 , (m);

h_3 - adâncimea pe verticala V_3 , (m).

A doua posibilitate constă în calcularea suprafeţei secţiunii (ω_3) A,E,H,C (fig. 74) şi a vitezei medii ($V_{m2,3}$) între cele două verticale de viteză (V_2 şi V_3), astfel:

$$\omega_3 = \frac{h_2 + h_3}{2} \cdot b_3 \quad , iar \quad V_{m2,3} = \frac{V_{m2} + V_{m3}}{2}$$

Având aceste elemente calculăm debitul parţial q_3 astfel:

$$q_3 = \left(\frac{h_2 + h_3}{2} \cdot b_3\right) \cdot \left(\frac{V_{m2} + V_{m3}}{2}\right) = \omega_3 \cdot V_{m2,3}$$

Debitul total pentru întreaga secţiune a apei se va obţine ca sumă a debitelor parţiale, astfel:

$Q = q_1 + q_2 + q_3 + \ldots + q_{n-1} + q_n = \Sigma\, q_i$ (m^3/s).

În mod fizic, debitul Q al unui curent de apă fiind un volum care trece printr-o secţiune normală de curgere - în decursul unui interval de timp - poate fi exprimat în oricare din unităţile de volum (l, m^3) asociat cu unităţile de timp (s, min, oră, zi etc.). Uzual se folosesc m^3/s şi l/s, în funcţie de importanţa cantitativă a debitului.

În cazul când debitul este raportat şi la suprafaţa bazinului hidrografic de pe care se colectează poartă numele de <u>debit specific</u> şi se exprimă prin unităţile obişnuite: $m^3/s \cdot km^2$, $l/s \cdot km^2$, l/s·ha. El se obţine cu ajutorul relaţiei:

$$q = \frac{Q \cdot 10^3}{F} \quad (l/s \cdot km^2)$$

în care: q - debit specific, ($l/s \cdot km^2$ sau l/s·ha);

Q - debit, (m^3/s, l/s);

F - suprafaţa bazinului hidrografic (km^2 , ha).

Când debitul Q se scurge continuu în intervalul de timp T, <u>volumul</u> QT poate fi echivalent şi cu înălţimea h a unui <u>strat de apă</u> uniform repartizată pe întreaga suprafaţă a bazinului

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

hidrografic, exprimat uzual în l/m^2 sau mm, care se obţine cu relaţia:

$$h = \frac{Q\,T}{F \cdot 10^3} \quad (mm)$$

în care: h - stratul de apă, (mm);
Q - debitul, (m^3/s);
T - timpul, (s);
F - suprafaţa bazinului, (km^2).

Acest sistem de unităţi corespunde cu acela al precipitaţiilor atmosferice şi al evaporaţiei şi are avantajul că permite compararea valorilor corespunzătoare acestor elemente cu cele ale scurgerii.

Trecerea de la un sistem de unităţi la altul în diferitele variante ale exprimării debitului se obţine prin coeficienţii de transformare indicaţi în tabelul nr.8.

Tabelul nr.8

Coeficienţi de transformare ai debitului

	Q (m^3/s)	Q (l/s)	q ($m^3/s.km^2$)	q ($l/s.km^2$)	q (l/s.ha)	h (mm)
Q, m^3/s	1*	10^3	$\frac{1}{F}$	$\frac{10^3}{F}$	$\frac{10}{F}$	$\frac{T}{10^3F}$
Q, l/s	$\frac{1}{10^3}$	1	$\frac{1}{10^3F}$	$\frac{1}{F}$	$\frac{1}{10^2F}$	$\frac{T}{10^6F}$
q, $m^3/s.km^2$	F	10^3F	1	10^3	10	$\frac{T}{10^3}$
q, $l/s.km^2$	$\frac{F}{10^3}$	F	$\frac{1}{10^3}$	1	$\frac{1}{10^2}$	$\frac{T}{10^6}$
q, l/s.ha	$\frac{F}{10}$	10^2F	$\frac{1}{10}$	10^2	1	$\frac{T}{10^4}$
h, mm	$\frac{10^3F}{T}$	$\frac{10^6F}{T}$	$\frac{10^3}{T}$	$\frac{10^6}{T}$	$\frac{10^4}{T}$	1

*1 - Valoarea parametrului hidrologic egal cu unitatea.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

6.2. Metode de determinare a debitelor

În vederea cunoaşterii debitului unui curs de apă se pot utiliza metode directe bazate pe măsurători şi metode indirecte bazate pe calcule.

Metodele de măsurare a debitelor sunt variate şi se aplică în funcţie de condiţiile locale, de precizia solicitată şi de mijloacele tehnice disponibile.

Dintre metodele utilizate se pot menţiona următoarele:

- prin ridicarea secţiunii transversale a apei şi a măsurării vitezelor;
- metoda volumetrică;
- metoda amestecului (diluţiei) sau chimică;
- cu ajutorul deversorilor hidrometrici;
- prin determinarea elementelor hidraulice ale secţiunii active şi folosirea unor coeficienţi experimentali sau formule empirice.

În general, indiferent de metodă, pentru determinarea debitului este necesar să se aleagă un sector de râu care să îndeplinească următoarele condiţii: să fie în apropierea unei staţii hidrometrice; să fie cât posibil rectiliniu sau curbat, malurile să fie paralele, fără zone inundabile la ape obişnuite; albia să aibă un relief puţin accidentat, fără praguri, gropi, braţe moarte etc.; să fie lipsite de vegetaţie sau alte obstacole; albia în porţiunea de măsurătoare trebuie să fie stabilă, fără depuneri sau spălări substanţiale; iarna râul să fie acoperit cu un strat de gheaţă continuu, fără posibilităţi de acumulare a gheţii buretoase în cantităţi prea mari.

După ce se alege sectorul de râu, se stabileşte la faţa locului secţiunea principală (hidrocanatul), adică secţiunea râului în care se vor efectua măsurătorile de debit lichid, solid, precum şi alte elemente al regimului râului.

În general, hidrocanatul trebuie în aşa fel ales încât să poată fi utilizat atât la ape mici, cât şi la ape mari, precum şi în perioadele de iarnă. În situaţii speciale, se admite alegerea

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

mai multor hidrocanate, cu condiţia ca între ele să nu fie distanţe prea mari, râul să nu primească afluenţi şi să nu existe pierderi de apă. Direcţia secţiunii de măsurătoare trebuie în aşa fel aleasă încât cursul râului să fie perpendicular pe ea.

Alegerea secţiunii principale se face prin diferite metode care au în vedere lăţimea râului şi exactitatea solicitată în determinările de debite. Astfel, în cazul râurilor mici alegerea se face vizual, perpendicular pe liniile batimetrice ale albiei. La riurile late, direcţia hidrocanatului se stabileşte după determinarea prealabilă a direcţiei curentului în porţiunea amplasării cu ajutorul flotorilor.

Direcţia stabilită a hidrocanatului se materializează în teren cu repere pe maluri, iar în cazul unor râuri late sau fluvii prin instalarea în albie a unor geamanduri sau stâlpi puternic consolidaţi. Dacă în secţiunea aleasă se prevede şi determinarea debitului cu ajutorul flotorilor, atunci în amont şi aval de hidrocanat cu 50 - 100 m se mai stabileşte câte un hidrocanat suplimentar, astfel încât să permită determinarea cu suficientă exactitate a vitezei de deplasare a flotorilor.

6.2.1. Determinarea debitului pe baza ridicării suprafeţei secţiunii transversale a apei şi a măsurării vitezelor

Această metodă este frecvent utilizată în determinarea debitelor de apă ale râurilor. Ca aparate pentru măsurarea vitezelor se întrebuinţează: flotori de suprafaţă; prăjini hidrometrice; flotori integratori; morişti hidrometrice, etc.

6.2.1.1. Determinarea debitului pe baza vitezelor măsurate cu flotori

Pentru utilizarea flotorilor se impun următoarele condiţii: să nu bată vântul, pentru a nu influenţa viteza de deplasare a flotorilor de suprafaţă; nivelul în timpul determinărilor să fie stabil, deoarece în cazul când acesta creşte, flotorii se abat spre

maluri, iar în cazul când scade, flotorii se abat spre mijloc, porţiunea de râu să fie lipsită de vegetaţie pentru a nu provoca devierea şuviţelor de apă şi a flotorilor; porţiunea de râu să fie aproximativ rectilinie pe un parcurs de cel puţin 3 - 5 ori lăţimea.

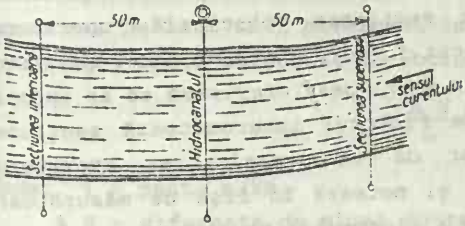


Fig.75 Marcarea secţiunilor sectorului de râu prin jalonare

După alegerea porţiunii de râu se fixează prin jalonare cele trei secţiuni (fig. 75): hidrocanatul, linia de vizare sau secţiunea principală; secţiunea superioară de intrare a flotorilor secţiunea din aval, inferioară sau de ieşire a flotorilor.

În amont cu 3 - 5 m de secţiunea superioară se fixează secţiunea de lansare a flotorilor. Pentru determinarea debitului pe baza măsurătorii vitezelor cu flotori se ridică, în prealabil, profilul transversal al secţiunii principale şi se marchează, prin jalonare pe maluri, cele două secţiuni secundare (din amonte şi aval).

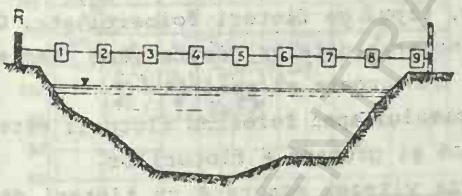


Fig.76 Secţiunea de efectuare a măsurătorilor

Se determină distanţa dintre secţiunile extreme şi diferenţa de nivel la oglinda apei, elemente necesare la determinarea pantei oglinzii apei. Pentru determinarea locului de trecere a flotorilor prin secţiunea principală se întinde un cablu, ce se gradează prin intermediul unor tăbliţe cu cifre a căror valoare indică distanţa faţă de un reper situat pe mal (fig. 76).

După terminarea operaţiilor prealabile se trece la măsurarea

timpilor de deplasare a flotorilor între cele două secţiuni secundare, procedându-se astfel: un ajutor operator situat în apă, barcă sau mal, lansează câte un flotor în aşa fel încât să fie repartizaţi aproximativ egal pe lăţimea râului.

Operatorul principal pune în mişcare un cronometru în momentul în care flotorul traversează secţiunea superioară, deplasându-se pe mal, paralel cu flotorul până în secţiunea principală. În momentul în care flotorul trece prin secţiunea principală, operatorul notează distanţa la care a trecut flotorul faţă de reper şi atrage atenţia ajutorului operator din secţiunea inferioară că se apropie flotorul. În momentul în care flotorul intersectează secţiunea inferioară, ajutorul operator dă un semnal, iar operatorul principal opreşte cronometrul şi notează în fişa de măsurătoare valoarea timpului de deplasare a flotorului pe parcurs.

Operaţiunea se repetă cu alţi flotori până când pe linia secţiunii principale au trecut un număr de flotori repartizaţi relativ uniform pe lăţimea râului. Flotorii care se lovesc de maluri nu se iau în considerare, la fel nici flotorii a căror durată de mers este ± 10% faţă de flotorii aceleiaşi grupe.

Datele care se obţin în teren se notează într-o fişă intitulată măsurarea debitului cu flotori, analoagă carnetului de măsurători de debite. În fişă se trec condiţiile din timpul măsurătorii, starea timpului starea apei, ora începerii şi terminării operaţiilor pe teren, tipul de flotori folosiţi etc. O atenţie deosebită se acordă la notarea datelor despre vânt (tăria şi direcţia în raport cu sensul de curgere al apei).

Calculul propriu-zis al debitului apei folosind flotorii este precedat de operaţiile de analiză şi grupare a flotorilor.

Calcularea debitului pe baza vitezei măsurată cu flotori de suprafaţă se realizează utilizând metodele grafo-analitică sau analitică.

Metoda grafo-analitică. În cazul utilizării acestei metode succesiunea operaţiilor de calculare a debitului este următoarea:

- se examinează valorile completate în formular, urmărindu-se dacă ele sunt sau nu verosimile;

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- se stabileşte nivelul teoretic, determinând valoarea corecţiei pe baza citirii nivelurilor la mină la începutul şi sfârşitul măsurătorii. Ca nivel final se consideră media aritmetică a nivelurilor observate în timpul măsurătorii;

- se calculează panta superficială a oglinzii apei, pe baza observaţiilor nivelurilor citite la mirele de pantă, iar în lipsa acestora, pe baza unui nivelment la oglinda apei între secţiunile secundare. Panta pe sector se obţine din raportul:

$$i = \frac{\Delta H}{L} \; m/km$$

unde: i - panta m/km;

Δ H - diferenţa de nivel între secţiunea superioară H_1 şi secţiunea inferioară H_2; $\Delta H = H_1 - H_2$, (m);

L - distanţa între cele două secţiuni: l_1 - între secţiunea principală şi cea superioară şi l_2 - între secţiunea principală şi cea inferioară; $L = l_1 + l_2$, (km).

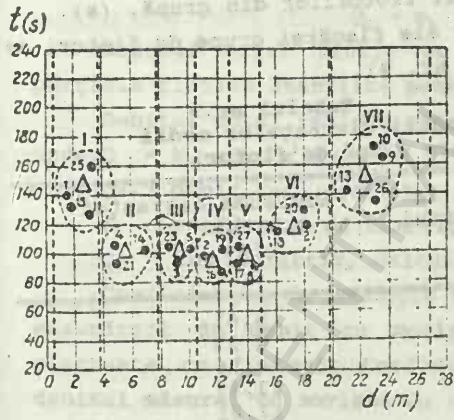


Fig.77 Grafic pentru stabilirea grupelor de flotori

Calcularea elementelor secţiunii transversale se face pe baza datelor ridicării profilului transversal.

Se reprezintă flotorii pe hârtia caroiată a imprimatului, unde pe ordonată se trece timpul (t.s.), iar pe abscisă distanţa faţă de reper (d.m) (fig. 77).

Flotorii se notează pe acest grafic pe baza coordonatelor t şi d, sub formă de cerculeţe, alături de care se trece numărul de ordine al flotorilor, iar apoi se separă, în funcţie de locul de trecere faţă de reper.

Numărul grupelor de flotori poate fi diferit, în funcţie de lăţimea râului şi numărul flotorilor. Fiecare grupă se conturează cu o linie punctată închisă, lângă care se trece numărul grupei cu cifre romane.

Se determină centrul de greutate al fiecărei grupe de flotori, ca medie aritmetică a distanţelor dintre flotorii grupei respective faţă de reper şi durata mişcării lor între cele două secţiuni. Centrele de greutate, determinate astfel, se însemnează cu triunghiuri sau puncte colorate pe grafic. Durata medie a mişcării flotorilor pentru fiecare grupă se trece în tabelul pentru calculul debitului.

Viteza medie superficială a fiecărei grupe de flotori se determină cu ajutorul raportului:

$$V_{med.supr.} = \frac{L}{t} \ (m/s)$$

unde: L - distanţa parcursă de flotori (distanţa între secţiunea superioară şi inferioară), (m);

t - durata medie a mişcării flotorilor din grupă, (s).

Distanţele medii de la reper ale fiecărei grupe de flotori se vor trece într-un tabel (tabelul nr. 9).

Tabelul nr.9
Datele necesare determinării distanţelor medii de la reper la fiecare grupă de flotori

Nr. grupei de flotori	Distanţa de la reper la centrul grupei (m)	Semisuma distanţei medii (m)
I	3,66	5,41
II	7,16	8,33
III	9,50	10,56
IV	11,62	13,47
V	15,33	17,81
VI	20,30	23,65
VII	27,00	

Se determină suprafeţele aferente fiecărei grupe de flotori pe baza centrelor de greutate stabilind distanţele medii între centrele limitrofe. Valorile se trec în rubrica semisuma distanţei

medii (tabelul nr. 9).

Exemplu: grupa I are distanţa medie de la originea $d_I = 3,66$, grupa II: $d_{II} = 7,16$:

$$punctul\ median = \frac{d_I + d_{II}}{2} = \frac{3,66 + 7,16}{2} = 5,41$$

Limitele de separare dintre grupele de flotori se înseamnă cu linii punctate groase pe graficul de stabilire a grupelor de flotori. Valoarea suprafeţei asupra căreia acţionează grupul de flotori se obţine prin însumarea suprafeţelor parţiale din măsurătorile de adâncime, considerându-se ca limite verticale cele mai apropiate de distanţele medii între centrele de greutate (fig. 77).

Când se solicită o precizie mai mare, valorile suprafeţelor asupra cărora acţionează grupele de flotori se calculează între limitele de separare a grupelor.

Debitul parţial fictiv se obţine ca produs între suprafaţa secţiunii (ω_1) şi viteza superficială medie din interval (V_{s1}).

$$Q_f = \omega_1 \cdot V_{s1}\ (m^3/s).$$

Debitul total fictiv se obţine prin însumarea debitelor parţiale fictive stabilite pentru fiecare interval.

Debitul total real se obţine cu ajutorul relaţiei:

unde: $Q = K \cdot Q_f\ (m^3/s)$

Q - debit real, (m^3/s);

K - coeficient de tranziţie sau reducţie;

Q_f - debit fictiv, calculat cu vitezele de suprafaţă.

Coeficientul de reducţie K se poate stabili pe baza câtor măsurători de debit cu morişca, la niveluri apropiate ce efectuate cu flotori. Coeficientul se obţine ca raport în debitul măsurat cu morişca Q, calculat pe baza vitezelor medi a debitului Q_f, calculat pe baza vitezelor superficiale:

$$K = \frac{Q}{Q_f}$$

În lipsa unor astfel de date, valoarea lui K se poate lu

aproximaţie între limitele 0,86 - 0,89 sau se poate calcula cu ajutorul formulelor elaborate de Jelezniacov:

- pentru râuri de şes:

$$K = \frac{C}{C + 6}$$

- pentru râuri de munte:

$$K = \frac{C}{1{,}34 \cdot C + 6}$$

unde: C - coeficientul de viteză determinat cu formula N.N. Pavlovschi:

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{y}$$

unde: n - coeficient de rugozitate;
R - raza hidraulică, (m);
y - factor exponenţial, ce poate fi extras din tabele sau calculat cu formula:

$$y = 2{,}5\sqrt{n} - 0{,}13 - 0{,}75\sqrt{R}\,(\sqrt{n} - 0{,}10).$$

Cu aproximaţie se poate considera:

$y = 1{,}5 \cdot n$, când $R > 1{,}0$ m

$y = 1{,}3 \cdot n$, când $R < 1{,}0$ m

Metoda analitică. La calcularea debitului prin metoda analitică nu se mai fac reprezentările grafice amintite, ci numai graficul repartizării flotorilor pe grupe.

Datele determinărilor din teren şi rezultatele calculelor se trec în formulare tip.

Succesiunea operaţiilor de calculare a debitului este următoarea:

a) Se determină viteza fiecărei grupe de flotori, ca raport între distanţa parcursă şi durata medie a deplasării flotorilor din grupa respectivă.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

b) Se calculează suprafaţa secţiunii active dintre verticalele de sondaj, ca produs între adâncimea medie şi distanţa dintre verticale.

c) Se determină suprafeţele parţiale ale secţiunii aferente grupelor de flotori, delimitarea cărora se face ca şi în cazul metodei grafo-mecanice.

d) Debitul fictiv parţial se obţine ca produs între viteza medie a unei grupe de flotori şi suprafata secţiunii corespunzătoare grupei respective.

e) Prin însumarea debitelor parţiale fictive se obţine debitul total fictiv, care înmulţit cu coeficientul de reducţie dă debitul real al râului.

6.2.1.2. Determinarea debitului prin stabilirea vitezelor măsurate cu prăjinile hidrometrice

Prăjinile hidrometrice pot fi utilizate la măsurarea vitezelor, pentru sectoare de râuri cu albie normală şi cu adâncimi aproximativ egale pe întregul parcurs al sectorului de măsurat.

Operaţiunile de măsurare a vitezelor cu prăjinile hidrometrice nu diferă mult de cele utilizate la măsurarea cu flotori de suprafaţă. Deosebirea constă numai în faptul că prăjinile hidrometrice trebuie potrivite în funcţie de repartizarea adâncimilor pe lăţimea râului.

În timpul deplasării, dacă prăjina atinge fundul râului, se observă prin înclinarea bruscă a vârfului înainte. În asemenea situaţii operaţia se repetă.

O deosebită atenţie trebuie acordată la lansare, deoarece prăjinile trebuie astfel lansate încât ele să treacă pe toată lăţimea râului în grupe de 2 - 4, la distanţe egale faţă de reper.

Viteza mişcării prăjinilor este dată de relaţia: $V=\frac{L}{t}$

considerată viteză medie pe verticală, atunci când prăjina a fost

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

cufundată la cel puţin 0,34 H.

Dacă prăjina a fost cufundată mai puţin, valoarea vitezei se corectează cu relaţia:

$$K = 1 - 0{,}116\left(\frac{\sqrt{H-h}}{H} - 0{,}10\right)$$

unde: h - adâncimea de cufundare, (m);

H - adâncimea apei, (m).

Calcularea debitului poate fi făcută întocmai ca şi în cazul obţinerii debitului cu ajutorul flotorilor, utilizând metodele grafo-analitică sau analitică. Debitul total se obţine ca sumă a debitelor parţiale fără să se înmulţească cu vreun coeficient.

6.2.1.3. Calcularea debitului cu ajutorul vitezelor măsurate cu morişca hidrometrică

Cunoscând valorile vitezelor (măsurate cu morişca hidrometrică) în secţiunea activă a unui râu, debitul poate fi calculat prin una din metodele: analitică, grafoanalitică, grafomecanică, izotahelor.

Metoda analitică.

Această metodă se recomandă pentru toate cazurile de repartiţie normală a vitezelor în secţiunea râului.

Metoda analitică constă în determinarea debitelor parţiale pentru suprafeţele cuprinse între verticalele de viteză şi însumarea lor. În acest scop se efectuează următoarele operaţiuni:

a) Se calculează viteza medie pentru fiecare verticală V_1, V_2, V_n, conform relaţiilor adecvate numărului de puncte în care s-au făcut măsurători (vezi calcularea vitezei medii pe verticală prin metoda analitică).

b) Se calculează suprafeţele parţiale ω_0, ω_1, ω_2, ω_n dintre verticalele de viteze, utilizând şi datele verticalelor de sondaj, prin metoda figurilor geometrice.

c) Se calculează viteza medie pentru fiecare din suprafeţele parţiale, ca medie aritmetică a vitezelor medii ale verticalelor

vecine. Pentru prima şi ultima porţiune a secţiunii, viteza medie se consideră egală cu 2/3 din viteza primei, respectiv a ultimei verticale.

d) Se determină debitul parţial înmulţind fiecare suprafaţă cu viteza medie.

e) Prin însumarea debitelor parţiale pentru întreaga secţiune se obţine debitul total, utilizând următoarea formulă:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \omega_0 V_1 + \omega_1 \frac{V_1 + V_2}{2} + \omega_2 \frac{V_2 + V_3}{2} + \ldots + \omega_{n-1} \frac{V_{n-1} + V_n}{2} + \frac{2}{3} \omega_n \cdot V_n \ (m^3/s)$$

Metoda grafo-analitică.

Aplicarea metodei grafo-analitice în calcularea debitului necesită construcţii grafice şi calcule, însă rezultatele obţinute sunt mai precise. În acest scop operaţiunile şi calculele se efectuează în următoarea succesiune:

a) Pe baza datelor de sondaj se reprezintă la o anumită scară pe hârtie milimetrică suprafaţa secţiunii.

b) Se completează la partea inferioară a graficului un tabel cu următoarele date:

- numărul verticalei de sondaj;
- numărul verticalei de viteză;
- distanţa de la reper (d), în m;
- adâncimea (h), în m;
- viteza medie (V_m) pe verticala de viteză, în m/s;
- debitul elementar ($q_{elem.}$), în m^2/s.

c) Se reprezintă epurele vitezelor pe verticala în partea inferioară a tabelului (fig. 78). Epurele vitezelor se împart în spaţii de 4 mm. Pentru fiecare centru al porţiunii se ia de pe grafic valoarea vitezei şi se trece în partea dreaptă a epurei, determinîndu-se valoarea vitezei medii pe verticală.

d) Având determinată viteza medie pentru fiecare verticală, valoarea ei se reprezintă la o anumită scară în partea superioară a profilului secţiunii active, iar punctele obţinute se unesc printr-o linie continuă.

BCU IAŞI CENTRU UNIVERSITY LIBRARY

e) Se determină debitul elementar ($q_{elem.}$), în m^2/s, ca produs între viteza medie şi adâncimea verticalei:

$$q_{elem.} = V_m \cdot h \ (m^2/s).$$

f) Se reprezintă, la o anumită scară, valorile debitului elementar în partea superioară a profilului secţiunii, apoi se unesc punctele printr-o curbă continuă - curba debitului elementar.

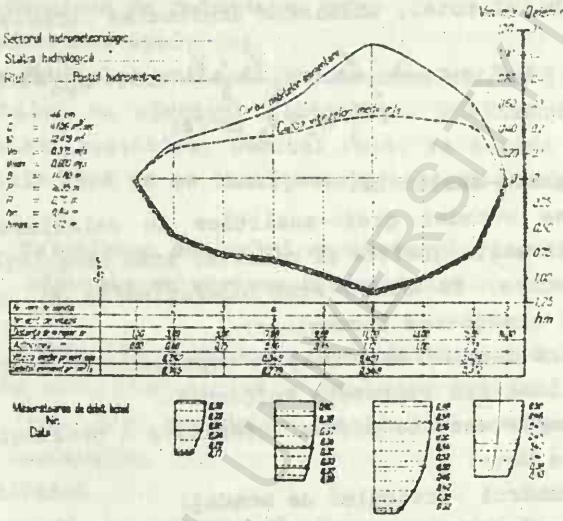


Fig.78 Calcularea debitului lichid prin metoda grafoanalitică

g) Se calculează suprafaţa înscrisă între curba debitului elementar şi oglinda apei, împărţindu-se în porţiuni de 4 mm:

$$S = (a + b + c + \ldots + n) \cdot h$$

în care: a, b, c, ... ,n sunt verticalele care împart suprafeţe din 4 în 4 mm;

h - distanţa dintre verticale, care este de 4 mm.

h) Debitul se obţine prin înmulţirea suprafeţei grafice cu scara de reprezentare a lăţimii râului (B) şi scara de reprezentare a debitului elementar.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Debitul total se mai poate calcula pe baza formulei:

$$Q = \frac{1}{3} q_1 \cdot b_0 + \frac{q_1 + q_2}{2} \cdot b_1 + \frac{q_2 + q_3}{2} \cdot b_2 + \ldots + \frac{q_{n-1} + q_n}{2} \cdot b_{n-1} + \frac{1}{3} q_n \cdot b_n \quad (m^3/s)$$

în care:

q_1, q_2, q_n reprezintă debitul elementar pe verticale, (m^2/s);

b_0, b_1, b_n - distanţa între verticale, (m).

Metoda grafomecanică.

Această metodă este cea mai exactă şi se recomandă pentru toate cazurile de repartiţie deosebită a vitezelor în secţiune.

Metoda grafomecanică comportă următoarele operaţiuni în ordine succesivă:

a) Se reprezintă pe baza datelor de sondaj, la o anumită scară, profilul secţiunii transversale.

b) Se trasează pe profil verticalele de viteză.

c) Se reprezintă sub profil epurele vitezelor pe verticală.

d) Se determină vitezele medii prin planimetrarea suprafeţelor epurelor şi raportarea acestora la adâncimea verticalei:

$$V_m = \frac{F}{h} \quad , \quad (m/s)$$

în care: V_m - viteza medie, (m/s);

F - suprafaţa epurei, (m^2/s);

h - adâncimea verticalei, (m).

e) Se reprezintă vitezele medii în partea superioară profilului şi se trasează curba vitezelor medii.

f) Se determină debitul elementar, pentru fiecare verticală, ca produs al vitezei medii şi al adâncimii:

$$q_{elem.} = V_m \cdot h \quad , \quad (m^2/s).$$

g) Se trasează curba debitului elementar în partea superioară a profilului. Dacă există spaţii inactive se va ţine seamă la trasarea curbei debitelor elementare.

h) Se planimetrează suprafaţa cuprinsă între curba debitului elementar şi linia care reprezintă lăţimea albiei pe profil, iar

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

din produsul valorilor obţinute rezultă debitul real (m^3/s).

i) Se determină apoi elementele secţiunii transversale şi se înscriu într-un tabel în partea stângă a graficului.

Metoda izotahelor.

Schema de calcul bazată pe izotahe (curbele de egală viteză) se foloseşte atunci când, pe lângă mărimea debitului de apă, interesează şi structura vitezelor în secţiune sub formă grafică.

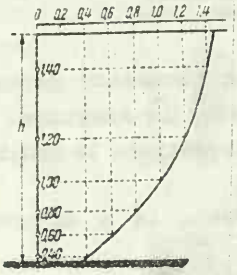


Fig.79 Proiecţia vitezelor pe verticală

Pentru calcularea debitului prin metoda izotahelor trebuie efectuate următoarele operaţiuni:

a) Se întocmeşte, pe baza datelor de sondaj, profilul secţiunii transversale.

b) Sub profil se reprezintă epurele vitezelor pe verticale.

c) Pe fiecare epură se determină punctele corespunzătoare subdiviziunii vitezelor la câte 0,05, 0,10 sau 0,20 m/s, în funcţie de mărimea vitezei maxime, astfel ca să avem în total un număr de 6 - 15 izotahe. Aceste puncte se proiectează prin linii orizontale, pe verticale, notând alături valoarea corespunzătoare a vitezei (fig. 79).

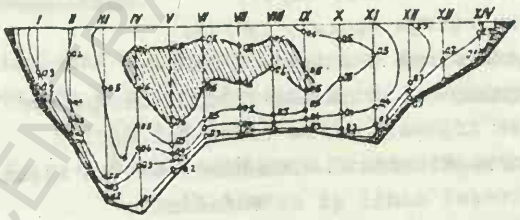


Fig.80 Repartiţia izotahelor în secţiunea activă a râului

d) Poziţia punctelor astfel determinată se transpune pe verticalele corespunzătoare de pe profilul secţiunii transversale.

e) Se trasează izotahele, unind punctele cu aceeaşi viteză

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

printr-o linie continuă (fig. 80).

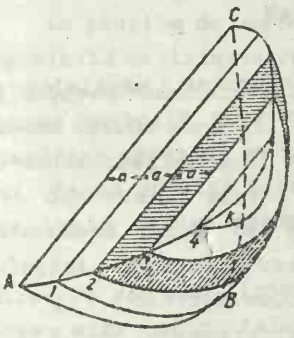


Fig.81 Secţiunea între două izotahe

f) Se planimetrează suprafeţele izotahelor şi se determină volumul după formula prismei, ale cărei baze sunt suprafeţele a două izotahe vecine, iar înălţimea este egală cu secţiunea izotahelor. De exemplu volumul porţiunii haşurate din fig. 81 este egal cu:

$$q_3 = \frac{P_2 + P_3}{2} \cdot a \quad (m^3/s)$$

unde: P_2, P_3 - suprafeţele izotahelor vecine, (m^2);

a - secţiunea izotahelor (diferenţa de viteză), (m/s).

Volumul ultimei secţiuni (q_k) se determină aproximativ după formula:

$$q_k = \frac{2}{3} P_n (V_{max} - V_n) \ , \quad (m^3/s)$$

unde: P_n - suprafaţa ultimei izotahe, (m^2);

V_{max} - viteza maximă observată, (m/s);

V_n - viteza ultimei izotahe, (m/s).

g) Debitul total pentru întreaga secţiune se determină cu ajutorul formulei:

$$Q = \frac{P_0 + P_1}{2} a + \frac{P_1 + P_2}{2} a + \ldots + \frac{P_{n-1} + P_n}{2} a + q_k \ , \quad (m^3/s)$$

sau:

$$Q = a \left(\frac{P_0}{2} + P_1 + P_2 + \ldots + P_{n-1} + \frac{P_n}{2} \right) q_k \quad (m^3/s)$$

în care: P_0 - suprafaţa izotahei O, adică suprafaţa secţiunii active, (m^2).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

6.2.2. Determinarea debitului de apă prin metoda volumetrică

Măsurarea debitelor de apă mici ale râurilor, pâraielor şi izvoarelor se poate face precis şi relativ uşor folosind metoda volumetrică. Înainte de măsurare este necesar ca întreaga cantitate de apă a izvorului sau pârâului să fie drenată spre un canal, iar în locul de măsurare se construieşte un jgheab sau un uluc, sub care se va pune vasul de măsurat.

Determinarea debitului se face cu ajutorul unui vas cu volum cunoscut, introducându-l în faţa jgheabului prin care este îndreptat şuvoiul de apă. În momentul introducerii vasului în faţa jgheabului, se pune în funcţiune un cronometru, care se opreşte cînd vasul este plin. Debitul apei izvorului sau pârâului se determină din relaţia:

$$Q = \frac{W}{t} \ , \ (l/s) \ ,$$

unde: Q - debitul, (l/s),
W - volumul vasului, (l);
t - timpul în care s-a umplut vasul, (s).

Ca vase de măsurat se întrebuinţează căldări, butoaie, borcane gradate etc., care se etalonează în prealabil sau se gradează în aşa fel, încât să se poată determina volumul lor la diferite limite de umplere.

6.2.3. Determinarea debitului de apă prin metoda amestecului (diluţiei)

Printre procedeele directe de determinare a debitului fără să mai fie necesare ridicări topografice şi măsurători de viteze, se enumeră şi metoda amestecului, diluţiei sau chimică.

Procedeul constă în injectarea în curentul apei a unei substanţe, care se poate difuza cât mai rapid în întreaga masă lichidă. Dacă în trecut se folosea frecvent o soluţie concentrată

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

de clorură de sodiu, recent se preferă coloranţi ca fluoresceina, bicromatul de potasiu, clorura de lithium etc.

La râurile de munte, cu curenţi puternici, uneori este aproape imposibilă utilizarea vreunei metode de măsurare a vitezelor pentru calcularea debitului. Din acest motiv se întrebuinţează cu mult succes metoda amestecului. Aceasta constă în lansarea unei soluţii cu concentraţie mare, care se amestecă în apa curentului.

În aval, într-o secţiune transversală de control, se colectează probe de apă, cărora li se determină concentraţia soluţiei. Dacă se notează cu:

q - debitul soluţiei, (l/s);

K_1 - concentraţia soluţiei, (g/l);

Q - debitul curentului, (l/s);

K_0 - concentraţia soluţiei în curent în stare naturală, (g/l);

K_2 - concentraţia soluţiei în proba colectată, (g/l).

Considerând că la un moment dat debitul soluţiei este egal în punctul de lansare şi în punctul de colectare a probei, putem scrie egalitatea:

$$Q \cdot K_0 + qK_1 = (Q + q) \cdot K_2$$

În această egalitate, partea stângă reprezintă debitul soluţiei în secţiunea de lansare, iar partea dreaptă - debitul soluţiei în secţiunea de control. În acest caz:

$$Q = q \cdot \frac{K_1 - K_2}{K_2 - K_0}$$

Dacă se neglijează concentraţia soluţiei în stare naturală (K_0), valoarea debitului este dată de formula:

$$Q = q \cdot \frac{K_1}{K_2}, \ (l/s)$$

Soluţia utilizată se pregăteşte pe mal, în butoaie, apoi este lansată cu ajutorul unui dispozitiv special, ce constă dintr-un rezervor metalic, cu o capacitate de 200 - 300 l (fig. 82). Acest

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

rezervor se umple cu soluţie printr-un orificiu închis ermetic în timpul lansării. Rezervorul este prevăzut cu un tub vertical, a cărui extremitate inferioară este la o anumită înălţime (h) deasupra robinetului. Scopul acestui tub este de a asigura o presiune constantă în rezervor.

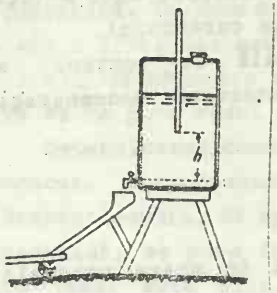


Fig.82 Dispozitiv Mariotte pentru lansarea constantă a soluţiei

Valoarea debitului de lansare a soluţiei se stabileşte cu robinetul deschis, prin metoda volumetrică.

Măsurarea debitului prin această metodă dă rezultate satisfăcătoare din punct de vedere al exactităţii. Dezavantajul constă în faptul că în cazul utilizării ca substanţă a NaCl se utilizează cantităţi mari şi se solicită o aparatură voluminoasă, greu de transportat în regiuni de munte.

Perfecţionările recente ale metodei cu coloranţi şi în special a colorimetrelor a căror construcţie actuală permite să se determine concentraţii extrem de slabe ale probelor, au făcut posibilă extinderea evaluării debitelor şi la cursuri de apă mai mari. Coloranţii trebuie să fie stabili din punct de vedere chimic, solubili în apă şi netoxici. Timpul scurt în care această metodă conduce la rezultate, constituie un avantaj net faţă de măsurătoarea cu morişca hidrometrică.

5.2.4. Determinarea debitului de apă cu deversori hidrometrici

Pentru determinarea debitelor pe cursuri de apă mici, canale, rigole de irigaţie etc., precum şi pentru cercetări de laborator sunt adecvaţi deversorii hidrometrici, respectiv instalaţii sau piese în forma de perete despărţitor, care se aşează într-un pârâu sau canal în scopul menţinerii în amonte a unui nivel constant.

Deversorii hidrometrici se instalează perpendicular pe

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITARA LIBRARY

direcţia curentului, iar debitul se calculează în funcţie de grosimea stratului de apă ce se varsă peste pragul deversorului.

Pe râurile mici, pâraie, canale etc. se pot utiliza deversori portabili, confecţionaţi din tablă metalică de 2-4 mm grosime, de diferite forme şi dimensiuni.

După tipul de construcţie al pragului deversorii pot fi: deversori cu prag larg şi deversori cu pereţi subţiri.

Deversorii sub formă de praguri fixe sunt mai puţin folosiţi la cursurile de apă cu transport important de aluviuni, deoarece depozitul de aluviuni neândepărtat modifică condiţiile în care au fost stabilite structura şi parametrii formulelor.

Deversorii cu prag larg. Aceştia pot fi inundaţi sau neinundaţi.

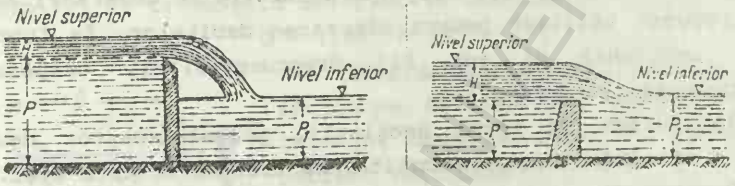


Fig.83 Deversor cu prag larg neinundat (a) şi inundat (b)

În cazul deversorilor cu prag larg neinundat (fig.83 a), debitul se calculează cu formula:

$$Q = m \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot H_0^{3/2}$$

unde:

Q - debitul, (m^3/s);

m - coeficientul de debit (se extrage din tabele);

b - lăţimea deversorului, (m);

g - acceleraţia gravitaţională, (9,81 m/s^2);

$$H_0 = H + \frac{V^2}{2g}$$

H - grosimea lamei deversate, (m);

BCU IAŞI - CENTRUL UNIVERSITAR - LIBRARY

V - viteza curentului în amonte, la distanţa 3-4 h, (m/s).

În cazul deversoriior cu prag larg inundat (fig.83 b), debitul se determină cu formula:

$$Q = \varphi \cdot b \cdot H \sqrt{2g[H_0 - (P_1 - P)]} ,$$

unde:

φ - coeficientul de viteză (se extrage din tabele);

P_1 - adâncimea apei în aval de deversor, (m);

P - înălţimea feţei din amonte a deversorului, (m);

b - lăţimea deversorului, (m);

$$H_0 = H + \frac{V^2}{2g}$$

Deversori cu pereţi subţiri. Acest tip de deversori este cel mai frecvent utilizat pentru măsurarea debitelor. În funcţie de forma secţiunii ei pot fi: dreptunghiulari, trapezoidali, triunghiulari şi parabolici.

Indiferent de forma secţiunii, pragul acestor deversori trebuie să aibă o muchie ascuţită, cu înclinarea spre aval.

Deversorul dreptunghiular (fig. 84). În funcţie de sarcina H, debitul se calculează cu ajutorul formulei:

$$Q = m_0 \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{3/2} ;$$

$$m_0 = \left(0,405 + \frac{0,003}{H}\right)\left[1 + 0,55\left(\frac{H}{H - P}\right)^2\right]$$

unde:

H - grosimea lamei deversate, (m);

m_0- coeficientul de debit;

P - înălţimea pragului deversorului faţă de albie, (m).

Deversorul trapezoidal (fig. 85). Acest deversor este denumit astfel deoarece secţiunea lui are forma unui trapez.

Pereţii laterali sînt egali şi au înclinarea faţă de prag de 75°30'.

Pragul deversorului trebuie să se înalţe deasupra albiei cu o

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

înălţime cel puţin egală cu valoarea sarcinii maxime.

Sarcina maximă H trebuie să fie de cel puţin 1/3 din lungimea pragului.

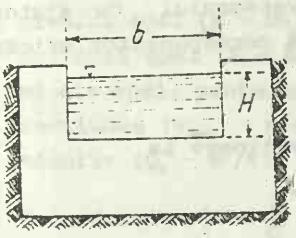


Fig.84 Deversor dreptunghiular

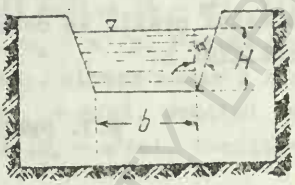


Fig.85 Deversor trapezoidal

Debitul ce trece prin deversor se calculează cu formula:

$$Q = 1,86 \cdot b \cdot H^{3/2}.$$

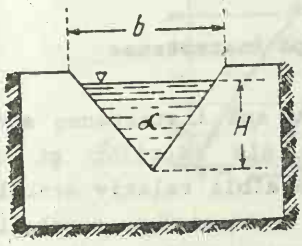


Fig.86 Deversor triunghiular

Deversorul trunghiular (fig. 86). Secţiunea deversorului are forma u triunghi dreptunghiular cu bisectoa perfect verticală.

Uzual, sarcina cea mai mi deversorului triunghiular se ia de m, iar sarcina maximă de 1 m.

Debitul ce trece printr-un ast deversor se determină după formula

$$Q = 1,4 \cdot H^{5/2}$$

sau:

$$Q = 1,343 \cdot H^{2,47}$$

Când variaţia debitelor este mare, pentru a măsura în gamă de debite se pot combina deversorii menţionaţi.

Pentru stabilirea debitului cu deversori, totdeauna determină sarcina H cu ajutorul unei mire sau rigle. Se înlo valorile obţinute în formule şi se obţine debitul.

În practică există tabele cu ajutorul cărora, funcţie secţiunea deversorului şi de sarcina H, se obţine imediat va

BCU ACU CENTRALA UNIVERSITY LIBRARY

debitului în l/s sau m^3/s.

În scopul verificării stabilităţii în timp a coeficienţilor formulelor, la deversorii cu profil combinat, se execută măsurători de debite cu morişca pe întreaga gamă de variaţie a înălţimii H, construindu-se graficul de tarare a deversorului. Cu ajutorul acestui grafic se determină debitul de apă corespunzător oricărei înălţimi H.

6.3. Prelucrarea datelor referitoare la debitele de apă

Prin prelucrarea datelor asupra debitului apei se urmăreşte obţinerea valorilor referitoare la: debitul apei unui râu în orice moment din perioada în care s-au efectuat măsurători; debitele maxime şi minime produse în fiecare lună şi an; debitele medii zilnice, lunare şi anuale.

6.3.1. Calcularea debitelor de apă instantanee

Metodele de calculare a debitelor de apă instantanee sunt dependente de caracteristicile generale ale râurilor şi de mijloacele folosite. Astfel, la râurile cu albii relativ stabile metoda de calculare a debitului instantaneu se bazează pe corelaţia dintre niveluri şi debite de apă, cheia limnimetrică.

La râurile mici cu variaţii mari de debit se utilizează metoda interpolării directe. La aceeaşi staţie se pot utiliza metoda interpolării directe pentru perioada în care debitele de apă se situează sub o anumită limită şi cheia limnimetrică peste această limită.

În cazul când pe râu există construcţii hidrotehnice şi hidrometrice speciale, calcularea debitului de apă instantaneu se bazează pe curbele de tarare ale acestor construcţii.

Corelaţia dintre niveluri şi debite (cheia limnimetrică).

Operaţiile pregătitoare care se execută în vederea trasării cheii limnimetrice constau în centralizarea datelor, întocmirea

graficelor de bază şi analiza lor.

Pe baza datelor rezultate din mai multe măsurători, de preferinţă la niveluri cât mai variate, se întocmeşte un tabel centralizator în care se înscriu, în ordine cronologică: data, nivelul apei (H - cm), suprafaţa secţiunii active (ω - m^2), lăţimea oglinzii apei (B - m), adâncimile medii (h_m - m) şi maxime ($h_{max.}$ - m) ale apei, panta oglinzii apei (I - m/km), viteza medie a apei în secţiunea ($V_{med.}$ - m/s), viteza maximă ($V_{max.}$ - m/s), debitul de apă măsurat (Q_s - m^3/s), debitul de suprafaţă (Q_f - m^3/s), coeficientul de reducţie $\left(K - \frac{Q}{Q_s}\right)$.

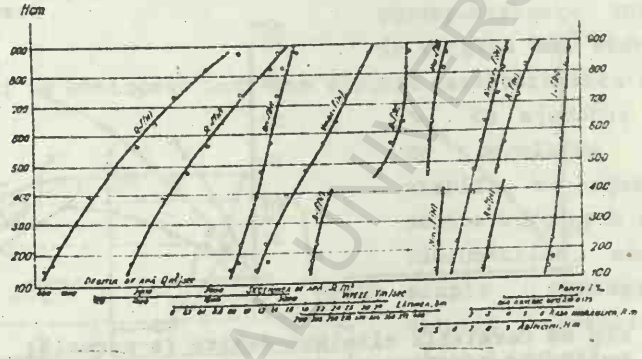


Fig.87 Corelaţia:niveluri-debite-viteze-elementele secţiunii active (ω m^2,B m, R m, H m) şi pante

Având un număr suficient de debite de apă măsurate la diferite niveluri se poate stabili în majoritatea cazurilor relaţia dintre debite, niveluri şi celelalte elemente, ce se exprimă grafic sub forma unor drepte sau curbe (fig. 87). Graficul se construieşte reprezentând pe ordonată nivelurile, iar pe abscisă valorile corespunzătoare debitelor, ale suprafeţei secţiunii active, vitezei medii etc., fiecare element redat la o scară aleasă în funcţie de ecartul de variaţie a valorilor respective.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În condiţii naturale nu există întotdeauna o corelaţie uniformă a debitelor în funcţie de nivelurile apei. Sunt situaţii când la acelaşi debit al apei se pot observa diferite niveluri şi invers. Acest fapt se poate produce datorită schimbării bruşte a pantei oglinzii apei (de exemplu la creşterea sau descreşterea nivelurilor), modificării albiei din cauza eroziunii sau colmatării, remuului provocat de un baraj, datorită unor confluenţe, unui zăpor etc.

În toate aceste cazuri, punctele debitelor măsurate se situează dispersat pe graficul de corelaţie, iar curba se va putea trasa numai printre puncte sau printr-o serie de puncte stabilite ca centre de greutate ale unor grupuri de puncte.

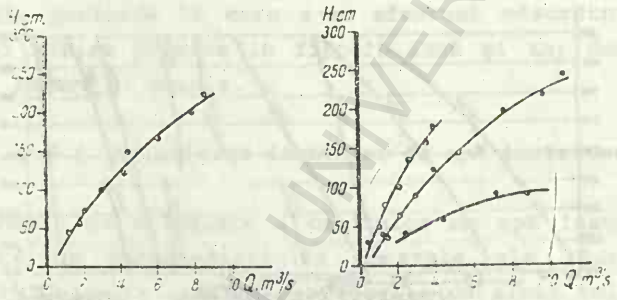


Fig.88 Corelaţia niveluri-debite (a-normală; b-faza de creştere şi descreştere a debitelor)

Forma curbei de corelaţie este condiţionată de stabilitatea albiei, de prezenţa sau lipsa vegetaţiei, a fenomenelor de îngheţ, a remuului etc. Astfel, când albia este stabilă corelaţia are aspectul unei drepte sau curbe unice (fig. 88a). Alteori, punctele care reprezintă valorile debitelor în creştere se situează în dreapta curbei generale, iar cele ale debitelor în scădere, în stânga. Această situaţie impune trasarea a trei curbe (fig. 88b). De asemenea, debitele măsurate în perioada de iarnă generează de obicei o curbă caracteristică mai apropiată ca înclinare de ordonată (fig. 89).

În timpul viiturilor, la acelaşi nivel, debitul este mai mare

BCU IAŞI CENTRE UNIVERSITY LIBRARY

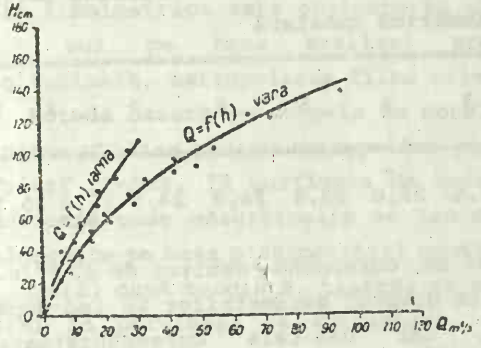


Fig.89 Corelaţia niveluri-debite: iarna şi vara

în perioada creşterilor şi mai mic în cea a descreşterilor, datorită pantelor care variază în acelaşi sens cu debitul. În această situaţie, curbele debitelor de apă au forma unei bucle, a cărei ramură de creştere se aşază în dreapta celei de scădere. În schimb, în porţiunea inferioară a curbei corespunzătoare unui regim de curgere mai stabil, cele două ramuri se contopesc într-una singură caracteristică (fig.90).

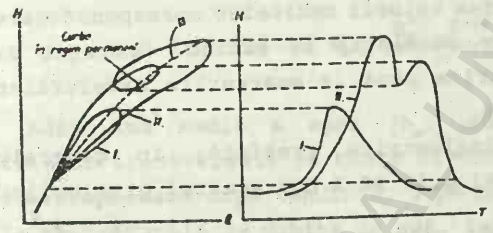


Fig.90 Corelaţia niveluri-debite în timpul viiturilor (I-creştere; II-descreştere)

Cu ajutorul curbelor de corelaţie se pot stabili cu uşurinţă ce debite curg prin secţiunea hidrometrică, numai prin simpla cunoaştere a valorii nivelului apei citit la mină.

În cazul unei curbe constante pentru o perioadă de timp, pe baza câtorva măsurători de debit (15 - 20), se pot stabili valorile debitelor zilnice pentru perioada respectivă, după ce în prealabil s-a întocmit o tabelă - cheie tabelară - ce reprezintă relaţia analitică între nivel şi debit, stabilită pe baza valorilor interpolate luate de pe grafic.

Cheia limnimetrică tabelară are aspectul redat în tabelul nr.10

BCU IAŞI - CENTRUL UNIVERSITAR LIBRARY

Tabelul nr.10

Cheia limnimetrică tabelară

Nivelul zeci de cm	cm 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
30	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5
40	26,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–

De exemplu la nivelul de 34 cm, corespunde debitul de 23 m^3/s. De regulă, valorile debitelor în dreptul decimetrilor se iau după cheia limnimetrică grafică, iar debitele corespunzătoare centimetrilor se determină prin interpolare liniară între valorile debitelor din dreptul decimetrilor, cu condiţia ca cele mai mari abateri faţă de valorile de pe grafic să nu depăşească 5 %.

Există situaţii în care măsurătorile de debite nu acoperă întregul ecart de niveluri care s-au produs în perioada de studiu. În aceste cazuri pentru obţinerea valorii debitelor corespunzătoare valorilor extreme, curbele de corelaţie se extind. Operaţia de prelungire a cheilor limnimetrice până la ecarturile nivelurilor produse se numeşte extrapolare.

Extrapolarea cheilor limnimetrice prezintă, în general, siguranţă dacă se referă la cel mult 30 % din ecartul nivelurilor produse.

Există numeroase metode de extrapolare a cheilor limnimetrice. Alegerea uneia dintre ele depinde de forma albiei, de mărimea extrapolării, de poziţia urmărită şi de calitatea materialului de care se dispune. Cele mai folosite metode de extrapolare a cheilor limnimetrice sunt: extrapolarea directă după tendinţă; extrapolarea pe baza curbelor $\omega = f(H)$ şi $V_{med.} = f(H)$ şi extrapolarea pe baza formulei lui Chezy.

Extrapolarea directă după tendinţă se poate folosi numai dacă profilul transversal nu prezintă lărgiri sau îngustări bruşte şi dacă extrapolarea nu depăşeşte 10 % din ecartul de niveluri produs. Această metodă se poate aplica atât în partea superioară, cât şi în cea inferioară a cheii limnimetrice. Pentru partea inferioară a

cheii limnimetrice este obligatoriu să se stabilească nivelul de debit nul pe baza analizei profilelor transversale şi longitudinale, extrapolarea fiind orientată către acest punct.

Metoda bazată pe curbele de corelaţie $\omega = f(H)$ şi $V_{med.} = f(H)$ se poate utiliza pentru extrapolări până la 20-25 % din ecartul de niveluri produs. În porţiunea de extrapolat, mai ales la partea superioară unde măsurătorile se fac mai greu, curba $\omega = f(H)$ se prelungeşte pe baza planimetrării profilului transversal, iar curba $V_{med.} = f(H)$ după tendinţă, ţinându-se seama de forma şi rugozitatea albiei în porţiunea de extrapolat. Este preferabil ca această metodă să se aplice doar pentru albia minoră.

În extrapolarea cheilor limnimetrice formula Chezy se poate folosi în diferite forme, în care raza hidraulică R se consideră egală cu adâncimea medie ($h_{med.}$).

$$V_m = C\sqrt{h_m \cdot I}$$

$$V_m = \frac{h_m^{2/3} \, I^{1/2}}{n}$$

Adâncimea medie a apei (h_m) poate fi cunoscută pe baza profilelor transversale la toate nivelurile apei H. Factorii I şi n se extrapolează după tendinţă, I pe baza determinărilor de pantă de la măsurătorile de debite de apă, iar n după valorile calculate din măsurători pe baza formulei:

$$n = \frac{h_m^{2/3} \, I^{1/2}}{V_m}$$

Calculele se fac tabelar. Această metodă folosită în exclusivitate pentru partea superioară a cheilor, se recomandă să se aplice diferenţiat pe albia minoră şi pe albia majoră, în final făcîndu-se suma debitelor.

La folosirea curbelor de corelaţie se presupune că albia râului este stabilă. Întrucât acest lucru nu se poate întâmpla în natură, curba de corelaţie trebuie, din timp, verificată prin repetarea măsurătorilor de teren, iar când abaterile sunt prea

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

substanţiale se reface.

Un fapt demn de remarcat este forma curbei de corelaţie pentru perioada de iarnă, care poate prezenta una sau mai multe variante, în funcţie de o serie de factori (prezenţa sau lipsa podului de gheaţă, tipul fenomenelor de îngheţ din albie etc.). Pentru curba de iarnă, ca regulă generală, este apropierea ei mai mult spre scara nivelurilor.

Când lipsesc măsurătorile de debit din timp de iarnă sau numărul lor este insuficient, calcularea debitelor lichide se face cu ajutorul curbei de vară. Se extrage debitul din cheia pentru albie liberă şi se înmulţeşte cu un coeficient de transformare notat cu $K_{iarnă}$, obţinându-se debitul pentru perioada cu fenomene de îngheţ.

$$Q_i = K_i \, Q \ (m^3/s).$$

unde: Q_i - debitul din perioada cu fenomene de îngheţ, (m^3/s);
K_i - coeficientul de transformare;
Q - debitul din perioada cu albie liberă, (m^3/s).

Medoda interpolării. Aceasta este cea mai simplă metodă de determinare a debitelor de apă instantanee din perioada cu măsurători. Pentru aplicarea ei este necesar să existe un număr destul de mare de măsurători de debite de apă, care să surprindă toate fazele caracteristice (de creştere şi de descreştere) şi valorile extreme (maxime şi minime) ale debitului. Metoda este recomandabilă în cazul în care variaţiile scurgerii nu sunt prea dese şi se produc într-un ecart redus.

Aplicarea acestei metode necesită întocmirea unui grafic care are în abscisă timpul, iar în ordonată valoarea debitelor. Punctele care marchează măsurătorile de debite de apă se unesc între ele fie prin linii drepte, fie după tendinţă. Graficul permite determinarea debitului de apă la oricare moment din intervalul de timp cu măsurători.

6.3.2. Calculul debitelor de apă medii zilnice, lunare şi anuale

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Calculul debitelor medii zilnice se efectuează pe baza calculului debitelor de apă instantanee determinate prin metodele expuse.

Modul de calculare a debitelor medii zilnice depinde de evoluţia debitelor în cursul zilei.

Dacă debitele de apă variază puţin în cursul zilei şi uniform în acelaşi sens, atunci debitul mediu al zilei respective se obţine calculând media debitelor de la cele două termene de observaţie standard, calculate pe baza celor două niveluri observate (la orele 7 şi 17).

În cazul în care debitele de apă variază sensibil în cursul unei zile, mai ales la râurile mici şi în perioada de ploi, debitul mediu zilnic se obţine pe baza variaţiei $Q=f(T)$ pentru ziua respectivă. Folosind graficele zilnice $Q=f(T)$ debitele medii se obţin printr-una din metodele de calcul cunoscute : grafomecanică, grafoanalitică şi analitică. Notând cu Q_0, Q_1,...,Q_{24} debitele de la orele 0, 1,...,24 debitul mediu zilnic se poate calcula cu formula:

$$Q_{med.z.} = \frac{1}{2}(Q_0+Q_{24}) + \frac{1}{23}\sum_{1}^{23} \cdot Q_1 \ (m^3/s)$$

Pe baza debitelor medii zilnice se calculează debitele medii lunare ca medie aritmetică.

Valorile debitelor maxime şi minime lunare se aleg din valorile instantanee, nu din cele medii zilnice. În rubrica valorilor debitelor extreme se trece data calendaristică, înscriindu-se prima zi din lună în care s-a produs debitul extrem, iar în paranteză numărul de zile în care s-a înregistrat acel debit. Debitul mediu anual se calculează ca medie aritmetică a celor 12 valori de debite medii lunare. Debitele extreme anuale se extrag din cele lunare, iar alături de valoarea lor se înscrie atât luna cât şi ziua în care au fost semnalate.

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

7. MĂSURAREA, PRELUCRAREA ŞI CALCULAREA DEBITULUI DE ALUVIUNI

Prin denumirea generică de aluviuni se înţeleg particulele solide de forme şi dimensiuni diferite care au fost sau sunt transportate de curentul apei.

Aluviunile din râuri provin din spălarea particulelor solide de pe suprafaţa bazinului colector şi din eroziunea malurilor şi albiei sub influenţa factorilor exogeni şi a acţiunii mecanice a apei râurilor.

În funcţie de forma, dimensiunile, greutatea specifică a particulelor şi de viteza curentului, aluviunile sunt transportate de apa râurilor în suspensie sau târâte.

Cantitatea de aluviuni, exprimată în volum sau greutate, care trece prin secţiunea activă a unui râu într-o unitate de timp reprezintă debitul solid. Spre deosebire de debitul lichid, el se exprimă în unitate de greutate pe unitate de timp (kg/s).

Pentru a putea compara cantităţile de aluviuni pe care le transportă diferite râuri, conţinutul de aluviuni în suspensie se exprimă sub forma de turbiditate, care reprezintă cantitatea de aluviuni în suspensie conţinută în unitatea de volum. Turbiditatea apei se notează cu ρ şi se exprimă în grame pe litru sau în grame pe metru cub. Valoarea turbidităţii se obţine cu ajutorul relaţiei:

$$\rho = \frac{R \cdot 10^3}{Q} \quad (g/m^3)$$

în care: ρ - turbiditatea, (g/m^3);
R - debitul de aluviuni, (kg/s);
Q - debitul apei, (m^3/s).

Fiecare categorie de aluviuni solicită aparate şi metode deosebite de măsurare. Debitul de aluviuni în suspensie şi debitul târât se raportează întotdeauna la debitul şi nivelul din momentul măsurării.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

7.1. Măsurarea şi calcularea debitelor de aluviuni în suspensie

Măsurătorile de aluviuni în suspensie ce se execută la staţiile hidrometrice au ca scop cunoaşterea cantităţilor de aluviuni şi a regimului de curgere şi se bazează pe luarea unor probe de apă din puncte standard din verticalele stabilite în secţiunea de măsurat.

Determinarea debitului solid al aluviunilor în suspensie se obţine prin măsurători simultane de viteză a apei şi de turbiditate într-un număr de puncte ale secţiunii de curgere a râului.

Debitul solid care se curge într-un profil se determină după relaţia, care în mod practic reprezintă însumări de debite parţiale corespunzătoare verticalelor considerate în profil:

$$q_s = \sum b \cdot V_{med.} \cdot \rho_{med.} \ , \ (kg/s)$$

unde: q_s - debit de aluviuni în suspensie, (kg/s);
b - semisuma distanţei până la verticalele imediat alăturate verticalei considerate, (m);
V_{med} - viteza medie a apei pe verticală, (m/s);
ρ_{med} - turbiditatea medie a aluviunilor pe aceeaşi verticală, (g/m^3).

7.1.1. Aparatura folosită la măsurarea debitului de aluviuni în suspensie

Aparatele cu care se determină concentraţia aluviunilor se numesc batometre şi constau dintr-un rezervor, care prin cufundarea în curent, cu ajutorul unui cablu subţire, captează o probă de apă.

Cantitatea de apă necesară de recoltat depinde de turbiditatea apei. Astfel, la turbidităţi foarte ridicate (5-10 g/l) se pot recolta probe de 0,5 l, iar la turbidităţi foarte mici (sub 0,01-0,02 g/l) se recoltează probe de apă de 2-5 l.

Batometrele pot fi cu umplere instantanee sau cu umplere prelungită.

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Dintre batometrele cu umplere instantanee mai reprezentativ este batometru tip N.N.Jukovschi (fig. 91), care este compus din:

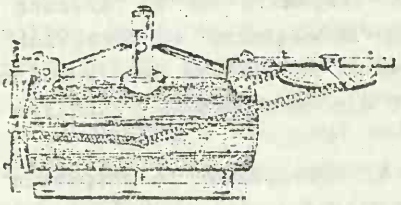


Fig.91 Batometru tip Jukovski

- un cilindru metalic cu capacitatea de 500 - 5000 cm^3;
- două capace metalice prevăzute cu câte o garnitură de cauciuc şi cu câte două resorturi care închid ermetic cilindrul în momentul declanşării;
- un dispozitiv de declanşare;
- două pârghii ce permit menţinerea capacelor în poziţia deschisă până în momentul declanşării;
- o piesă de asamblare la dispozitivul de lansare al batometrului (tijă, cablu);
- un suport (tablă), situat în partea inferioară a cilindrului, ce protejează batometrul împotriva colectării aluviunilor de fund;
- un cablu de declanşare.

Pentru colectarea probelor, batometrul se fixează pe tijele de lansare, se deschid capacele, apoi se lansează la adâncimea dorită, astfel încât la prima probă axul orizontal al batometrului să fie paralel cu direcţia curentului, iar la a doua perpendicular. În momentul când batometrul a atins adâncimea stabilită, se declanşează, se ridică la suprafaţă, golindu-se proba colectată. Dezavantajul batometrului cu umplere instantanee constă în faptul că nu ţine seamă de pulsaţiile curentului. Ca urmare, pentru mărirea preciziei de determinare a debitului de aluviuni se impune colectarea de 2 - 4 probe din acelaşi punct.

Batometrele cu umplere prelungită prezintă avantajul că proba colectată într-un timp mai îndelungat ţine seama de pulsaţiile curentului în punctul determinării.

Dintre batometrele cu umplere prelungită pentru colectarea probelor de aluviuni în suspensie, cele mai cunoscute sunt:

BCU "STEFAN CEL MARE" UNIVERSITY LIBRARY

batometrul butelie şi batometrul tahimetru (pliant, cu volum constant). Batometrul butelie este un instrument simplu şi constă dintr-o butelie de sticlă cu capacitatea de 1 - 3 litri, ce se poate lansa pe o tijă de lansare, sub un unghi de 25° faţă de orizontală. Butelia se lansează cu orificiul închis cu un dop legat cu o sfoară, care permite scoaterea lui în punctul de colectare a probei.

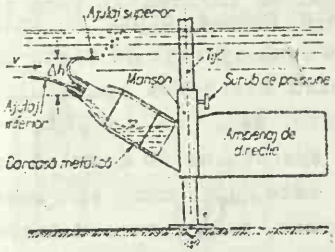


Fig.92 Butelia de sticlă cu ajutaje

În reţeaua hidrometrică din ţara noastră frecvent se foloseşte butelia de sticlă cu ajutaje (fig. 92), care este alcătuită dintr-o butelie de sticlă cbişnuită de 1 litru, cu gâtul larg, obturată cu un dop de cauciuc în care sunt introduse două ajutaje, unul îndreptat contra curentului pentru intrarea apei, iar altul curbat pentru ieşirea aerului. Butelia se poate introduce în apă cu ajutorul unei carcase metalice fixată prin intermediul unui manşon, cu un şurub, pe o tijă (chiar de la morişca hidrometrică) sau cu cablu şi greutate.

Butelia de sticlă este prevăzută cu două ajutaje: unul cu diametrul mare pentru viteze mici pînă la 1 m/s şi altul cu diametrul mic, pentru viteze mari, peste 1 m/s.

La râurile repezi de munte se va folosi perechea de ajutaje cu diametrul mic. La celelalte râuri a căror viteze au variaţii mari se vor folosi amîndouă perechile de ajutaje în funcţie de anumite valori ale nivelurilor.

Înainte şi după fiecare folosire sticla trebuie spălată cu apă curată pentru a se îndepărta aluviunile fine ce se depun pe pereţii sticlei. Ajutajele trebuie, de asemenea, curăţate cu o periuţă de formă cilindrică.

Un alt sistem de batometru butelie este utilizat la colectarea probelor prin integrare. Acesta constă dintr-o butelie îmbrăcată într-o plasă de sârmă ce se poate lansă prin intermediul unei tije sau unui cablu (fig. 93). În cazul lansării cu cablu, plasa de

sârmă se fixează pe o greutate prevăzută cu un ampenaj pentru menţinerea întregului dispozitiv paralel cu şuviţele de apă.

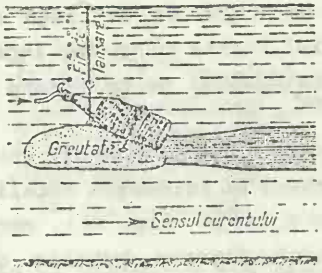


Fig.93 Batometru butelie cu plasă

Tahometru batometru pliant (descris la capitolul V) permite colectarea probelor de apă cu volume diferite din punctele de măsurare.

Tahometru batometru cu volum constant este compus dintr-un corp cilindric cu două ajutaje şi dintr-un ampenaj pentru dirijarea aparatului pe curent (fig. 94).

Corpul aparatului se termină la capete cu câte un con şi este despărţit de un perete vertical în două camere, care comunică între ele la partea superioară.

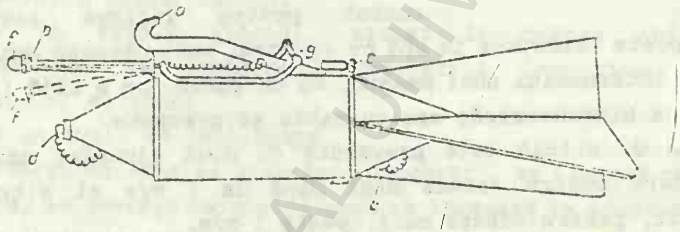


Fig.94 Tahometru batometru cu volum constant

a, ajutajul de ieşire a aerului; b, ajutajul de intrare a apei; c, şurubul pentru fixare pe tijă; d, capacul de la orificiul prin care se goleşte apa din prima cameră; e, capacul de la orificiul prin care se goleşte apa din cameră; f, capacul de astupare a ajutajului de intrare a apei; g, dispozitivul pentru deschiderea ajutajului de intrare a apei.

Ajutajul din faţă înlesneşte pătrunderea apei în prima cameră iar al doilea, curbat, serveşte la evacuarea aerului.

Aparatul poate fi aşezat pe o tijă sau manevrat pe cablu.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Golirea apei din cele două camere ale aparatului se face prin două orificii, câte unul la fiecare compartiment, prevăzute cu ghivent.

Batometrul cu vacuum sau cu pompă (fig. 95) este considerat cel mai bun aparat pentru recoltarea probelor de apă în vederea determinării turbidităţii apei, datorită posibilităţii pe care o are de a asigura o viteză de intrare în aparat foarte apropiată de viteza apei în punctul de recoltare.

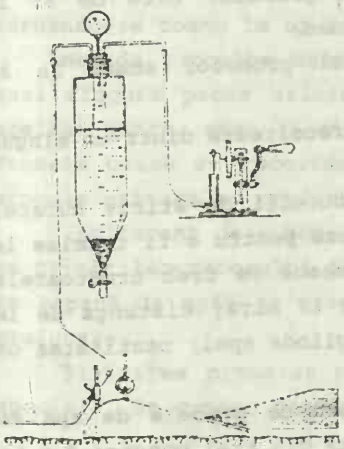


Fig.95 Batometru cu vacuum

Batometrul pompă are următoarele componente:

- o pompă de vid;
- un recipient colector în partea superioară, în care se introduc trei tuburi: unul de la pompa de vid; al doilea, face legătura cu un vacuumetru; al treilea este pus în legătură cu o canulă metalică fixată pe greutatea de lansare;
- o greutate de lansare, cu formă hidrodinamică, pe care este fixată canula metalică.

Probele se colectează prin crearea unei depresiuni în recipientul de sticlă, corespunzător curentului în punctul de cufundare a canulei. Viteza în punctul de cufundare se stabileşte cu morişca hidrometrică, iar relaţia între viteza de pătrundere a apei în recipient (indicat de vacumetru) se stabileşte prin etalonarea prealabilă a aparatului. Recipientul de colectare este gradat, permiţînd astfel evaluarea volumului probei colectate. Proba se decantează cu ajutorul unui robinet sau tub de cauciuc cu o clemă, situate în partea inferioară a recipientului.

Datorită calităţilor sale, batometrul cu vacuum este considerat ca aparat etalon pentru colectarea probelor de apă în vederea determinării turbidităţii apei.

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

7.1.2. Recoltarea şi prelucrarea probelor de apă

Recoltarea probelor se execută cu batometre în secţiuni de râu fără afluenţă de ape reziduale, plaje de nisip, balastiere etc.

Metoda detaliată. La utilizarea acestei metode probele se recoltează din toate punctele verticalelor de viteză, prelucrându-se separat.

Pentru fiecare verticală, numărul probelor ce urmează să se recolteze depinde de adâncimea curentului, după cum urmează:

- la adâncimea $h > 1$ m, numărul probelor este de 5: la suprafaţă, la 0,2 h; 0,6; 0,8 h şi la fund;
- la adâncimea $h < 1$ m, numărul probelor scade la 3; corespunzând la: 0,2 h; 0,6 h; 0,8 h;
- la adâncimea $h < 0,3$ m, proba se recoltează dintr-un singur punct, de la 0,6 h.

Probele recoltate se introduc în butelii de sticle curate, care se închid cu un dop şi se etichetează pentru a fi trimise la laborator, unde se prelucrează. Pe etichetă se trec următoarele elemente: data; ora; râul; staţia; cota la mira; distanţa de la malul stâng sau drept; adâncimea de la oglinda apei; cantitatea de apă trecută prin filtru.

Metoda globală. În cazul acestei metode probele de apă se recoltează din fiecare verticală de viteză din trei puncte: 0,2 h; 0,6 h; 0,8 h, spre deosebire de metoda detailată, în acest caz cele trei probe recoltate se toarnă într-un singur vas, analizându-se ca o singură probă. Astfel, numărul probelor este egal cu numărul verticalelor.

Metoda integrală. Aplicarea metodei constă în recoltarea unei singure probe din fiecare verticală de viteză, utilizând batometrul cu umplere prelungită. Pentru aceasta se cufundă lent batometrul până la fund, iar apoi se ridică cu aceeaşi viteză până la suprafaţă.

În comparaţie cu metodele anterioare, metoda integrală are avantajul că la recoltarea probelor necesită un timp mai scurt, iar prelucrarea în laborator se face simplu, ca în cazul unei singure

probe.

Metoda aproximativă. Aceasta constă în recoltarea unui număr redus de probe şi anume numai din trei în trei verticale de viteză. Metoda aproximativă se aplică cu succes la râurile de şes, unde în anumite perioade s-a observat o repartiţie aproape uniformă a turbidităţii pe verticală.

Metoda de recoltare a probelor pe decade . Prin această metodă, probele se recoltează zilnic în decurs de zece zile, turnându-se toate la un loc şi analizându-se ca una singură.

Metoda probelor unitare. Această metodă prevede recoltarea unei singure probe zilnic sau la un anumit număr de zile, din acelaşi punct, atât ca distanţă faţă de mal, cât şi ca adâncime. Probele unice se recoltează, de obicei, la ora 8. La ape mari, probele unitare se prelucrează separat.

Indiferent de metoda prin care se recoltează, probele de apă se trimit laboratorului de câmp, unde prin decantare sau filtrare se separă de apă, se usucă, iar apoi se trimit laboratorului de prelucare.

Filtrarea probelor recoltate se face prin hârtie de filtru specială. Se cunosc procedee de filtrare lentă şi rapidă.

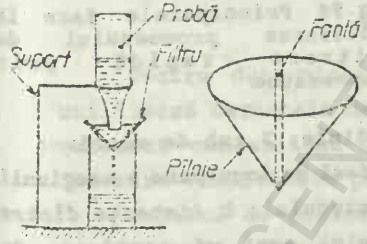


Fig.96 Filtrarea probelor

Procedeul de filtrare lentă se foloseşte curent în reţeaua hidrometrică din ţara noastră. Se utilizează pâlnii cu fantă, în care se aşează hârtie de filtru de formă circulară (fig. 96). Pâlnia se aşează pe un vas colector pentru apa rezultată după filtrare sau pe un simplu suport dacă filtrarea se face pe teren şi apa filtrată se poate scurge liber.

Având în vedere faptul că mai multe probe trebuie filtrate în acelaşi timp, se construiesc suporturi special amenajate cu două etajere (fig. 97). Pe etajera superioară se introduc cu gura în jos sticlele cu probele de apă, care sunt prevăzute cu câte un dop cu

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

un tub ce lasă apa să curgă într-o pâlnie prevăzută cu o fantă în care se pune hârtie de filtru ce reţine aluviunile. Pâlnia se introduce într-un orificiu situat în etajera inferioară. Apa filtrată este drenată spre un vas sau canal prin intermediul unui jgheab.

După terminarea operaţiunii, filtrele (a căror greutate se cunoaşte în prealabil), împreună cu aluviunile depuse, se usucă, se introduc în plicuri şi se trimit la laboratorul de prelucrare, unde filtrele se usucă din nou, în termostat, la o temperatură de 105° C şi se determină greutatea lor la o balanţă analitică. Diferenţa de greutate între filtrul cu aluviuni şi filtrul gol reprezintă cantitatea de aluviuni conţinută în volumul de apă filtrat.

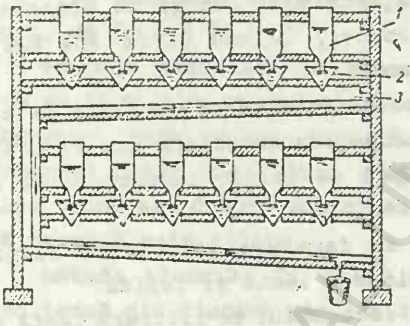


Fig.97 Stativ pentru filtrare lentă a probelor de aluviuni în suspensie

1,sticlă; 2,pâlnie; 3,jgheaburi pentru evacuarea apei

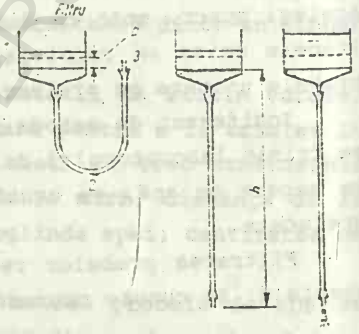


Fig.98 Principalele faze în utilizarea procedeului de filtrare rapidă prin subpresiune

1,pâlnie; 2,tub de cauciuc; 3,piesă de îngustare a secţiunii cauciucului; b,distanţa dintre nivelul apei şi secţiunea de filtrare; h,înălţimea coloanei de apă între nivelul din pâlnie şi orificiul final

După cântărire, filtrele se ard în creuzete, iar diferenţa

dintre greutatea obţinută iniţial şi cea rezultată după ardere reprezintă greutatea părţii minerale a aluviunilor. Dacă din greutatea iniţială a aluviunilor se scade cea care revine părţii minerale se obţine greutatea substanţei organice.

Procedeul de filtrare rapidă are avantajul de a scurta sensibil timpul de filtare, diminuând posibilităţile de pătrundere pe filtre a prafului şi altor impurităţi.

Procedeul de filtrare rapidă prin suprapresiune foloseşte un cilindru în care, la partea inferioară, se prinde printr-un sistem etanş hârtia de filtru şi se toarnă proba de apă. În partea superioară a cilindrului se realizează o suprapresiune.

Procedeul de filtrare rapidă prin subpresiune (fig. 98) foloseşte, de asemenea, o diferenţă de presiune între feţele filtrului, creată însă prin realizarea unei subpresiuni pe faţa exterioară a filtrului. Aparatul folosit pentru filtrare în acest procedeu se compune dintr-o pâlnie şi un tub de cauciuc ataşat pâlniei, care este prevăzut la celălalt capăt cu o piesă de îngustare a secţiunii.

În ambele procedee turbiditatea se determină prin cântărirea filtrelor.

7.1.3. Metode de calculare a debitului de aluviuni în suspensie

Pentru determinarea debitului de aluviuni în suspensie se utilizează carnetele de măsurători şi calculare a debitului lichid (măsurat concomitent cu debitul de aluviuni), în care au fost înscrise rezultatele prelucrării aluviunilor în laborator.

Debitul de aluviuni în suspensie se poate calcula prin mai multe metode, dintre care menţionăm metoda grafomecanică şi metoda analitică.

Indiferent de metoda aleasă, în prealabil trebuie să se efectueze următoarele operaţiuni:

- verificarea fişei de înregistrare;
- extragerea greutăţii aluviunilor din registrul de cântărire;

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- calcularea turbidităţii şi a debitului unitar de aluviuni pentru fiecare punct.

Turbiditatea (ρ) se calculează pentru un punct folosind relaţia:

$$\rho = \frac{P \cdot 10^6}{A}, \ (g/m^3)$$

unde: ρ - turbiditatea într-un punct, (g/m^3);
P - greutatea aluviunilor din punctul respectiv, (g);
A - volumul probei, (cm^3);
10^6 - coeficientul de transformare a cm^3 în m^3.

Debitul unitar de aluviuni (α) într-un punct se calculează cu ajutorul relaţiei:

$$\alpha = \rho \cdot v \ (g/m^2/s);$$

unde: α - debitul unitar de aluviuni, ($g/m^2/s$);
ρ - turbiditatea, (g/m^3);
v - viteza în punctul respectiv, (m/s).

Cunoscând cele două elemente pentru punctele determinate în teren, se trece la alegerea metodei de calcul şi apoi la calcularea propriu-zisă a debitului de aluviuni.

7.1.3.1. Calcularea debitului de aluviuni în suspensie prin metoda grafomecanică

În prealabil se construieşte secţiunea transversală necesară calculării debitului lichid prin aceeaşi metodă.

După această operaţiune, pe fiecare verticală de adâncime se reprezintă punctele vitezei (v) şi turbidităţii (ρ) în partea dreaptă, iar în coa stângă punctele debitului unitar de aluviuni (α) (fig. 99). Unind punctele celor trei elemente, se obţin epurele lor.

Valoarea debitului mediu unitar de aluviuni pe verticală se obţine prin planimetrarea suprafeţei cuprinse între curba debitului unitar de aluviuni, linia fundului, adâncimea verticalei şi linia oglinzii apei.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Debitul mediu unitar de aluviuni pe verticală se obţine cu ajutorul relaţiei:

$$\alpha_{med.}\ pe\ verticala = \frac{F\,\alpha}{h}\ (g/m^2/s)$$

în care: $\alpha_{med.}$ pe verticală - debitul mediu unitar de aluviuni pe verticală, $(g/m^2/s)$;

F α - suprafaţa obţinută prin planimetrarea corespunzătoare debitului mediu unitar de aluviuni, (m^2);

h - adâncimea pe verticală, (m).

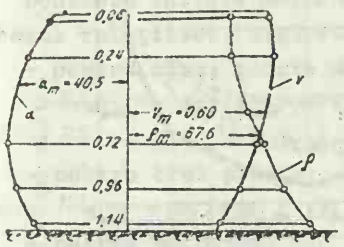


Fig.99 Reprezentarea epurelor vitezei (v), turbidităţii (ρ) şi debitelor medii de aluviuni (α) pe o verticală de adâncime.

Valorile debitului mediu unitar de aluviuni ($\alpha_{med.}$) pentru toate verticale de viteză se reprezintă pe graficul profilului albiei, iar prin punctele rezultate se trasează curba debitelor unitare de aluviuni pe toată lăţimea râului (fig. 100).

Pentru fiecare verticală se determină valoarea debitului elementar de aluviuni în suspensie (γ) cu ajutorul relaţiei:

$$\gamma = \alpha_{med.} \cdot h\ ,(g/m/s)$$

în care: γ - debitul elementar de aluviuni în suspensie, (g/m/s);

$\alpha_{med.}$ - debitul unitar mediu de aluviuni pe verticală, $(g/m^2/s)$;

h - adâncimea verticalei de viteză (m).

Valorile astfel calculate se înscriu în tabelul de sub profil, iar apoi se raportează în partea inferioară a oglinzii apei. Prin punctele obţinute se trasează, pe toată lăţimea râului, curba debitului elementar de aluviuni (γ).

Debitul de aluviuni în suspensie (R.kg/s) se obţine prin

BCU IAŞI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

planimetrarea suprafeţei cuprinse între oglinda apei şi curba debitului elementar de aluviuni în suspensie (γ) şi înmulţirea valorii obţinute cu scările debitului elementar (γ) şi a lăţimii râului (B).

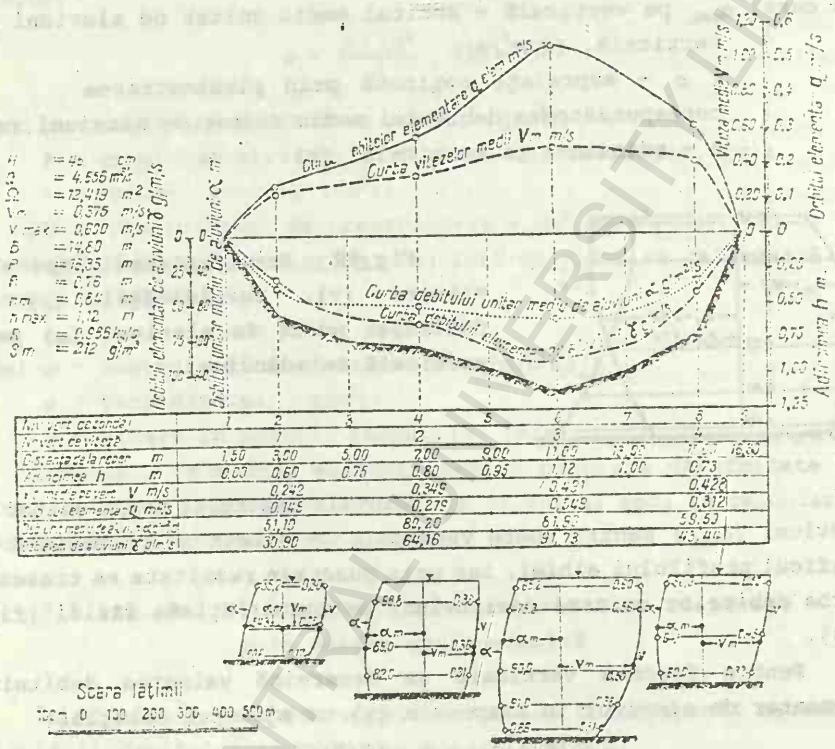

Curba vitezelor elementare q, m/s
Curba vitezelor medii Vm m/s
Curba debitului unitar mediu de aluviuni
Curba debitului elementar de aluviuni
Scara lăţimii
0 100 200 300 400 500 m

Fig.100 Calcularea debitului de aluviuni în suspensie prin metoda grafomecanică

Turbiditatea medie pe întreaga secţiune de măsurare se obţine cu ajutorul relaţiei:

$$\rho_{med.} = \frac{R \cdot 10^3}{Q} \quad (g/m^3)$$

în care: $\rho_{med.}$ - turbiditatea medie, (g/m^3);

R - debitul solid, (kg/s);
Q - debitul lichid, (m^3/s).

7.1.3.2. Calcularea debitului de aluviuni în suspensie prin metoda analitică

Pentru calcularea debitului de aluviuni în suspensie (pe baza probelor recoltate prin metoda detailată) prin metoda analitică se stabilesc inițial debitele unitare medii de aluviuni pe verticală ($\alpha_{med.}$), şi valoarea suprafeţelor între verticalele de viteză.

Debitele unitare medii ($\alpha_{med.}$) se stabilesc în mod analitic, cu ajutorul relaţiilor, după cum urmează:

- pentru cinci puncte determinate pe verticală:

$$\alpha_{med.} = 0,1(\rho_{supr.} \cdot V_{supr.} + 3\ \rho_{0,2h} \cdot V_{0,2h} + 3\ \rho_{0,6h} \cdot V_{0,6h} + 2\ \rho_{0,8h} \cdot V_{0,8h} + \rho_{fund} \cdot V_{fund});$$

- pentru trei puncte:

$$\alpha_{med.} = 0,25(\rho_{0,2h} \cdot V_{0,2h} + 2\ \rho_{0,6h} \cdot V_{0,6h} + \rho_{0,8h} \cdot V_{0,8h});$$

- pentru un punct:

$$\alpha_{med.} = 0,6\ h \cdot V_{0,6h}.$$

în care:

ρ - turbiditatea într-un punct, (g/m^3);
V - viteza curentului în acelaşi punct, (m/s);
h - adâncimea apei în verticala de lucru, (m);
$\alpha_{med.}$ - debitul unitar mediu pe verticală, (g/m^2/s).

Cunoscând valorile debitelor medii de aluviuni pe vertica. debitul aluviunilor în suspensie (R) se obţine cu ajuto: relaţiei:

$$R = 0,001\left(\frac{2}{3}\cdot\alpha_1\omega_0 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \cdot \omega_1 + \frac{\alpha_2 + \alpha_3}{2} \cdot \omega_2 + \ldots + \frac{\alpha_{n-1} + \alpha_n}{2} \cdot \omega_{n-1} + \frac{2}{3}\ \alpha_n \cdot \omega_n\right),\ (kg/s)$$

în care: $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_n$ - debitele unitare medii ale aluviunilor pe verticală, (g/m^2/s);
$\omega_0, \omega_1, \omega_2, \omega_n$ - suprafeţele secţiunilor între verticalele

BCU IAŞI - CENTRUL UNIVERSITAR LIBRARY

de măsurare, (m^2).

Uneori debitul de aluviuni poate fi calculat printr-un alt procedeu, care necesită cunoaşterea valorilor turbidităţii medii pe diferite verticale şi a debitelor calculate în prealabil. În acest caz debitul de aluviuni se obţine cu ajutorul relaţiei:

$$R = 0,001\left(Q_0 \cdot \rho_1 + \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} \cdot q_1 + \frac{\rho_2 + \rho_3}{2} \cdot q_2 + \ldots + \frac{\rho_{n-1} + \rho_n}{2} \cdot q_{n-1} + \rho_n \cdot q_n\right) \ (kg/s).$$

în care:

ρ_1, ρ_2, ρ_n - turbiditatea medie pe verticală, (g/m^3);

q_1, q_2, q_n - debite parţiale, (m^3/s).

7.1.4. Calcularea debitelor de aluviuni în suspensie medii zilnice, lunare şi anuale

Pentru calcularea debitelor zilnice de aluviuni în suspensie este necesar ca în prealabil să se dispună de o serie de măsurători de debit solid, pe cât posibil la diferite niveluri (respectiv debite), în decursul unui an sau al unei perioade.

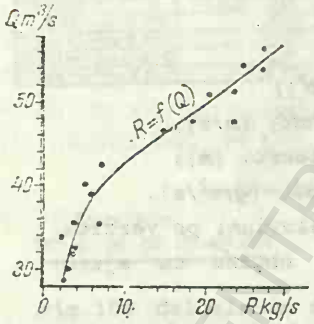


Fig.101 Corelaţia dintre debitul solid(R-kg/s) şi debitul lichid (Q-m^3/s)

Fiind în posesia acestor elemente se trece la construirea graficului de corelaţie a debitului de aluviuni în suspensie cu nivelul apei: R=f(H) sau cu debitul lichid: R=f(Q) (fig. 101).

După construirea graficului de corelaţie se întocmeşte o cheie tabelară în care se vor trece valorile diferitelor intervale. Valorile intermediare celor scoase de pe curba de corelaţie se vor determina prin interpolare, în funcţie de ecuaţia corelaţiei.

Valorile debitelor zilnice ale aluviunilor extrase din cheia

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

tabelară în funcţie de nivel sau debit se vor trece în tabele, calculându-se valorile medii decadale, lunare şi anuale.

Volumul scurgerii solide în suspensie (W) de pe suprafaţa unui bazin de recepţie se poate calcula în funcţie de debitul solid mediu anual (R_m) sau turbiditatea medie anuală a apei (ρ_m), utilizînd relaţiile:

$$W = R_m \cdot 31.560 \text{ (t/an)};$$

$$W = Q_m \cdot \rho_m \cdot 31.560 \text{ (t/an)}.$$

în care: W - volumul scurgerii solide în suspensie anuale, (t/an);

R_m - debitul solid mediu anual, (kg/s);

Q_m - debitul mediu anual lichid, (m^3/s);

ρ_m - turbiditatea medie anuală, (g/m^3).

Scurgerea medie specifică de aluviuni în suspensie (r) se obţine cu ajutorul relaţiei:

$$r = \frac{W}{F \cdot 100} \text{ t/ha·an}$$

în care : r - scurgerea medie specifică de aluviuni în suspensie (t/ha.an);

W - volumul scurgerii solide în suspensie, (t/an);

F - suprafaţa, (km^2).

Cu ajutorul valorilor zilnice debitelor de aluviuni se poate în graficul cronologic R=f(T), permite analiza variaţiei a element în timp (fig.102) şi com lui cu variaţia debitului lich

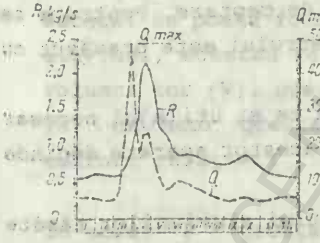


Fig.102 Variaţia debitului de aluviuni (R) şi a debitului lichid (Q) în timpul anului

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

7.2. Determinarea debitului de aluviuni târâte

Debitele de aluviuni târâte se determină frecvent cu ajutorul batometrelor de fund, iar în situaţii cu totul deosebite (lacuri de acumulare, spaţiile din amonte de barajele pentru stingerea torenţilor) se aplică metoda volumetrică prin acumulare.

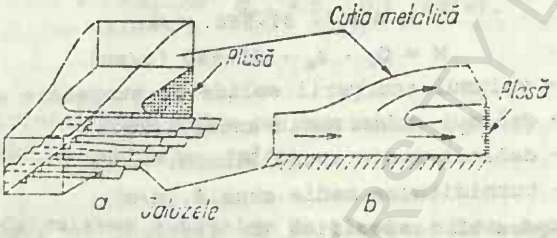


Fig.103 Batometru de fund tip ISCH
a,vedere generală; b,secţiune longitudinală

În reţeaua hidrometrică din ţara noastră, îndeosebi pe râurile din regiunile de deal şi de câmpie, se utilizează curent batometru de fund tip ISCH (fig. 103). Acesta se compune dintr-o cutie cu secţiunea de intrare de 22 cm lăţime şi 20 cm înălţime şi secţiunea de ieşire de dimensiuni duble faţă de cea de intrare. Partea superioară a cutiei este liberă, iar cea inferioară acoperită cu o plasă de sârmă ce are rolul de a reţine aluviunile care intră în momentul când aparatul este pus în poziţie de captare. Pentru a se realiza fixarea pe patul albiei, baza batometrului este prevăzut cu nişte jaluzele.

Dimensiunile şi greutatea batometrului ca şi utilajul necesar lansării, menţinerii şi scoaterii din apă a acestor aparate depinde de mărimea râurilor.

La unele cursuri mici, măsurarea debitului aluviunilor târâte se poate face practicând un şanţ transversal în albie, cu dimensiuni cunoscute. Aluviunile târâte captate de şanţ determinate prin ridicări topografice succesive ale reliefului şanţului.

Granulometria aluviunilor sedimentate în albie se obţine pe bază de probe luate prin graifăre (fig. 104), ştuţuri, sonde, drăgi

cu cupe sau pompe.

Pentru râuri de munte se pot folosi, însă cu rezultate slabe din cauza dificultăţilor de manevrare la ape mari, batometrele-sită (fig. 105). Pe un cadru dreptunghiular de 20 cm lăţime este prinsă o plasă de sârmă. Dimensiunile ochiurilor acestei plase pot fi diferite în funcţie de dimensiunile particulelor care se urmăresc a fi captate. Aparatul se manevrează cu o tije.

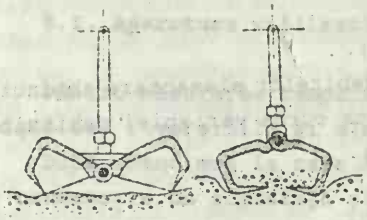


Fig.104 Graifăr

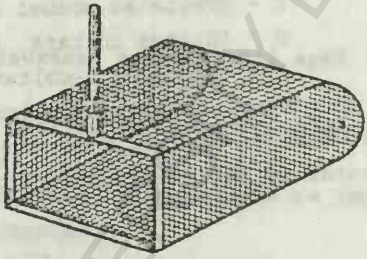


Fig.105 Batometru sită

Măsurătorile de debite de aluviuni târâte cu batometrele se execută în acelaşi timp cu măsurătorile de debite de aluviuni în suspensie, probele recoltându-se din aceleaşi verticale. Din fiecare verticală se iau trei probe în vederea obţinerii unei valori medii.

Probele de aluviuni târâte recoltate se cântăresc în stare uscată. Se poate folosi şi metoda în care, după scurgerea apei din aluviuni, acestea se pun într-un cilindru gradat, determinându-se volumul lor (V), greutatea (P) calculându-se, după ce se determină în laborator greutatea specifică a aluviunilor recoltate (γ), conform relaţiei:

$$P = \gamma \cdot V \ (g)$$

în care: P - greutatea probei de aluviuni, (g);

γ - greutatea specifică a aluviunilor recoltate, (g/cm^3);

V - volumul probei de aluviuni, (cm^3).

În mod aproximativ pentru γ se poate folosi valoarea 1,65 g/cm^3.

Cunoscându-se în fiecare verticală de măsurare greutatea (P),

timpul de recoltare (T) şi lăţimea (b) pe care s-a făcut recoltarea se determină debitul elementar de aluviuni de fund (g) folosind relaţia:

$$g = \frac{P}{b \cdot T} \quad (g/m/s)$$

în care: g - debitul elementar de aluviuni, (g/m/s);
P - greutatea probei de aluviuni, (g);
b - lăţimea unitară, (m);
T - timpul de recoltare, (s).

În continuare, pe baza valorilor debitelor elementare obţinute pentru fiecare verticală se construieşte curba variaţiei debitului elementar pe lăţimea râului (fig. 106).

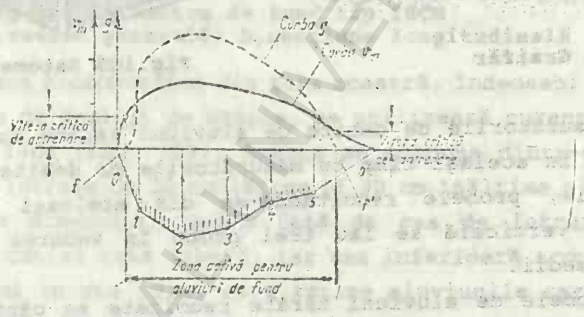


Fig.106 Schema de calcul a debitelor de aluviuni târâte

Pe graficul de calcul se desenează şi curba de variaţie a vitezelor medii din verticalele de pe lăţimea râului, determinând pe profil sectoarele în care nu există transport de aluviuni târâte. Se notează pe profil cu f şi f' limitele sectorului în care există transport de aluviuni târâte.

Calculul debitului de aluviuni târâte pe întreaga secţiune se poate face prin oricare dintre metodele cunoscute: grafomecanică, grafoanalitică sau analitică.

BCU IAŞI CENTRALA UNIVERSITY LIBRARY

8. MĂSURAREA TEMPERATURII APEI RÂURILOR ŞI PRELUCRAREA DATELOR

Temperatura apei influenţează considerabil viaţa plantelor şi animalelor acvatice, formarea şi evoluţia gheţii din râuri, precum şi posibilităţile de utilizare a apei în diverse domenii (irigaţii, piscicultură, energetică etc.).

8.1. Aparatura utilizată în măsurarea temperaturii apei

Pentru măsurarea temperaturii apei se folosesc termometrele: obişnuite, reversibile şi electrice.

După adâncimea la care sunt folosite, termometrele se împart în termometre de suprafaţă şi de adâncime.

Termometre de suprafaţă. Acestea sunt protejate de o carcasă metalică (fig.107 a) sau de un toc de lemn (fig. 107 b) în aşa fel încât să rămână vizibilă numai scara gradată.

Cadrul metalic sau tocul de lemn se termină la partea inferioară cu un mic rezervor cu găuri. Acesta are un dublu rol: de colectare a apei în care va sta rezervorul termometrului în timpul citirii scării gradate şi de protejare a acestuia.

Scara termometrului merge pînă la 60° c, cu notarea prin cifre din 5 în 5 grade sau din 10 în 10 grade.

Cu aceste termometre se poate măsura temperatura apei până la adâncimea de 0,40 m.

Termometre de adâncime. Pentru măsurarea temperaturii la adâncimi mai mari de 0,40 m se folosesc următoarele tipuri de termometre:

- Termometrul cu mercur şi cu rezervor pentru apă, utilizabil pentru adâncimi de câţiva metri este asemănător cu termometrul de suprafaţă, deosebirea constând în faptul că are rezervorul pentru apă mai mare. De asemenea, accesul apei în rezervor se comandă de la suprafaţă în momentul în care termometrul a ajuns la adâncimea dorită.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- Termometrul reversibil cu mercur este alcătuit din două termometre (fig.107 c), unul de bază şi altul auxiliar, fixate într-un tub de sticlă.

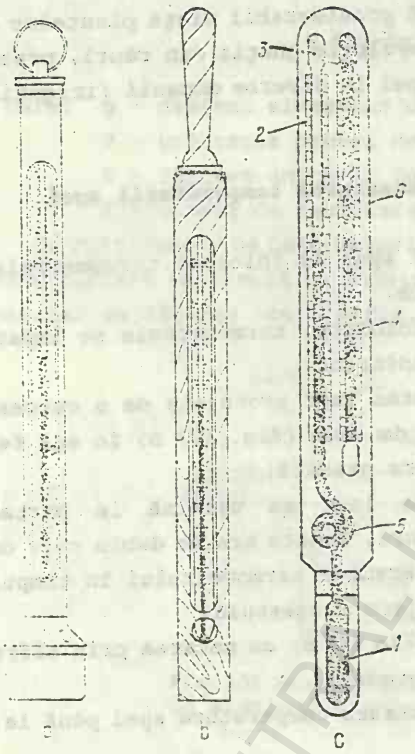


Fig.107 Termometre de apă a şi b, termometre de suprafaţă; c,termometre de adâncime

1,rezervor de mercur; 2, termometru de bază; 3,tub capilar; 4,termometru auxiliar; 5,tub capilar; 6,tub de sticlă.

În apropierea rezervorului de mercur, tubul capilar este îndoit în formă de buclă. Prin răsturnarea termometrului coloana de mercur se întrerupe datorită îngustării tubului capilar. Înălţimea coloanei de mercur indică temperatura de la adâncimea unde a fost răsturnat termometrul.

Valorile citite la termometrul principal nu sunt reale deoarece în timpul ridicării termometrului la suprafaţă, înălţimea coloanei de mercur se reduce ca efect al straturilor de apă mai calde parcurse. Pentru a se obţine corecţia necesară a valorilor citite la termometrul principal, la scoaterea din apă se citeşte şi termometrul auxiliar. Se foloseşte o tabelă sau o formulă de corecţie, care în funcţie de valoarea citită pe termometrul auxiliar dă mărimea corecţiei ce trebuie aplicată citirilor de la termometrul principal.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- Termometrele electrice nu sunt folosite în mod curent, ci numai în cercetări speciale (măsurarea temperaturii apei în perioada formării gheţii, la adâncimi mari etc.).

După principiul de funcţionare termometrele electrice sunt de două feluri: cu rezistenţă şi cu termoelemente.

Termometrele electrice cu rezistenţă sunt construite fie din metal fie din semiconductoare, a căror rezistenţă creşte o dată cu ridicarea temperaturii.

Termometrele electrice cu termoelemente se bazează pe principiul că, într-un circuit închis format din două conductoare diferite, în prezenţa unei diferenţe de temperatură, în locul de unire a lor apare un curent electric.

Cu termometrele electrice se poate măsura de la distanţă temperatura, în limitele de la -0,3° C la +40° C. Valoarea temperaturii se citeşte pe un galvanometru.

8.2. Măsurarea temperaturii apei şi prelucrarea datelor

Temperatura apei se măsoară de două ori pe zi, la aceleaşi ore când se citeşte şi nivelul apei (7 şi 17). La trei zile după apariţia primelor formaţiuni de gheaţă, temperatura apei încetează a mai fi măsurată şi se continuă numai după ce râul a devenit liber de gheaţă. În perioada de iarnă, dacă oglinda apei este liberă de gheaţă, temperatura apei se măsoară în mod obişnuit.

Pentru ca observaţiile să fie reale, temperatura apei trebuie măsurată în curentul apei. Nu se măsoară niciodată lângă maluri, tufişuri, izvoare sau în sectoarele unde se deversează în râu ape reziduale calde provenite de la uzine, băi sau canalizări. De asemenea, nu se fac măsurători în braţele secundare puţin adânci unde apa bălteşte sau are viteză redusă. Excepţie fac şi situaţiile când influenţa condiţiilor menţionate ne interesează în mod deosebit.

Temperatura apei se măsoară prin introducerea termometrului în apă, în poziţie aproape verticală, unde se ţine cel puţin 5 minute,

BCU "SPIRU HARET" UNIVERSITY LIBRARY

după care se execută citirea, ţinând termometrul cu rezervorul introdus în apă. Nu este admis ca în timpul citirii termometrul fără carcasă să fie ţinut afară din apă deoarece temperatura aerului şi vântul modifică temperatura înregistrată.

Dacă termometrul are carcasă cu rezervor, se scoate din apă şi citirea se face la nivelul ochilor, având grijă să nu fie expus prea mult la soare.

La râurile mici, temperatura se citeşte direct în curentul apei, sau într-o probă recoltată cu o găleată din punctul stabilit, care se duce într-un loc ferit de soare şi de vânt, unde se efectuează măsurătoarea după cel puţin 5 minute de la introducerea termometrului.

Prelucrarea datelor privind temperatura apei constă în aplicarea corecţiilor instrumentale indicate de certificatul termometrului, în calcularea valorilor medii decadale şi lunare, în extragerea valorilor maxime şi minime lunare şi în întocmirea graficelor cronologice ale temperaturii apei la staţii hidrometrice succesive.

Temperaturile medii decadale ale apei se calculează ca medii aritmetice ale valorilor corectate de la ora 7 din decada respectivă. În cazul în care lipsesc din decadă 1-2 valori, atunci media se obţine din valorile existente. Dacă lipsesc 3-4 valori acestea se pot completa prin corelaţie cu o altă staţie sau chiar prin interpolare grafică. Dacă suma decadală a temperaturilor este egală sau mai mică decît 0,5°, C se consideră ca medie decadală valoarea zero.

Temperatura medie lunară se obţine ca medie aritmetică a mediilor decadale din luna respectivă. Temperatura maximă şi minimă lunară se alege dintre toate citirile (de la 7 şi 17) ale lunii respective.

Graficele cronologice ale temperaturii apei la staţii succesive se întocmesc pe baza valorilor medii decadale şi servesc la analiza pe sisteme hidrografice.

BCU IASI CENTRUL DE RESURSE

9. OBSERVAŢII ŞI MĂSURĂTORI ASUPRA FENOMENELOR DE ÎNGHEŢ

Cunoaşterea caracteristicilor duratei şi frecvenţei fenomenelor de îngheţ prezintă o importanţă deosebită în studierea regimului de curgere a râurilor, în analiza morfologiei albiei, în proiectarea diferitelor construcţii hidrotehnice, lucrări hidroameliorative, în desfăşurarea transporturilor navale etc.

Aspectele diferite pe care le iau formaţiunile de gheaţă şi evoluţia lor în timp sunt condiţionate de modul în care se produce schimbul de căldură dintre aer şi apă, de viteza curentului de apă, de aportul afluenţilor şi a surselor subterane, de deversările de ape menajere, industriale etc. Toate acestea au impus efectuarea sistematică a observaţiilor şi măsurătorilor asupra fenomenelor de îngheţ, atât în profilul staţiilor hidrometrice, cât şi în sectoare de râu special amenajate.

9.1. Observaţii vizuale asupra formaţiunilor de gheaţă

Observaţii vizuale asupra formaţiunilor de gheaţă se fac pe întreg sectorul staţiei în fiecare zi, din momentul apariţiei şi până la dispariţia lor completă.

Observaţiile se fac la aceleaşi ore la care se fac citiri de niveluri şi se notează prin cuvinte în carnetul de măsurători ţinând seamă de indicativele menţionate mai jos.

Acele de gheaţă constituie primele formaţiuni de gheaţă ce apar pe râu, care se prezintă sub aspectul unor cristale transparente ce plutesc la suprafaţa apei izolat sau legate între ele. Acele de gheaţă se formează în stratul superior al curentului de apă sau pe pietrele din albia râurilor mici de munte. Ele apar mai frecvent la începutul iernii şi uneori primăvara, în urma scăderii intense a valorilor temperaturii aerului.

Gheaţa la maluri se prezintă sub forma unei fâşii de gheaţă

prinse de-a lungul unuia sau a ambelor maluri ale râului.

După aspect şi mod de formare gheaţa la mal poate fi primară, depusă sau evoluată.

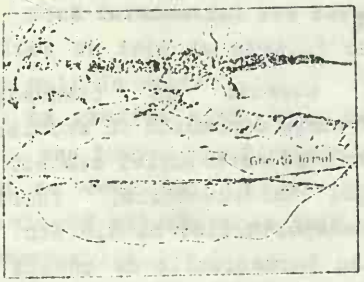


Fig.108 Gheaţă la mal primară

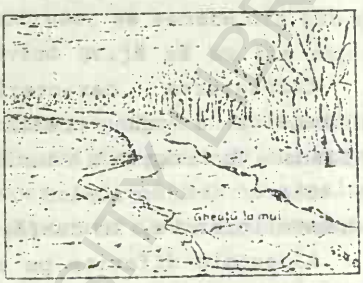


Fig.109 Gheaţă la mal depusă

Gheaţa la mal prinsă se prezintă sub forma unei fişii înguste de gheaţă subţire şi transparentă care apare de-a lungul malurilor (fig. 108). Ea se formează mai ales în timpul nopţilor reci de la sfârşitul toamnei şi începutul iernii. În timpul zilei, datorită încălzirii aerului, de cele mai multe ori gheaţa se topeşte şi dispare. În alte situaţii, sub acţiunea vântului şi curentului apei, gheaţa la mal este sfărâmată şi transportată de apă.

Gheaţa depusă la mal rezultă din depunerea sloiurilor şi năboiului, care se unesc între ele prin îngheţ (fig. 109).

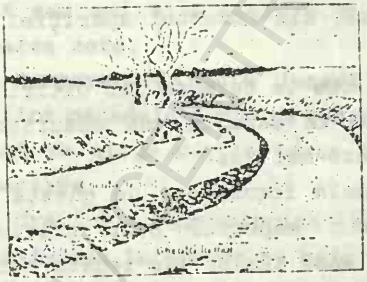


Fig.110 Gheaţă la mal evoluată

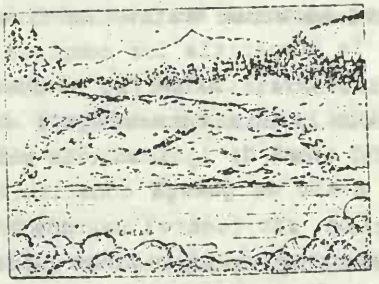


Fig.111 Gheaţă de fund

Gheaţa la mal evoluată ia naştere prin dezvoltarea celei

prinse sau depuse şi are forma unei fâşii prinse de maluri şi întinse mult spre mijlocul râului (fig. 110). La majoritatea râurilor, această formaţiune constituie o fază de trecere spre podul de gheaţă. La râu ile cu viteze mari, gheaţa la mal evoluată poate dura toată perioada de îngheţ, fiind uneori chiar suspendată deasupra apei.

În carnetul de observaţii se notează atât tipul acestei formaţiuni şi lăţimea, cât şi locul apariţiei. Spre exemplu: "râul are gheaţă primară, la malul drept circa 7 m, iar la malul stâng 0,5 m". În acest caz se va nota: "GHEAŢĂ LA MALURI (PRIMARĂ)" D= 7 m, S= 0,5 m.

Gheaţa de fund este gheaţa formată pe fundul albiei sau pe diferite corpuri din apă (fig. 111). În general, gheaţa de fund este spongioasă desprinzându-se uşor la atingere. Pe râurile de munte cu viteze mari şi adâncimi mici, prin îngheţarea cristalelor între ele, datorită scăderii bruşte a temperaturii apei, se formează gheaţă de fund compactă şi cristalină (fig. 111). Gheaţa de fund se observă mai frecvent la începutul iernii şi iarna, iar mai rar primăvara.

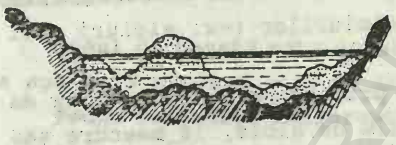


Fig.112 Insule de gheaţă

Insulele de gheaţă reprezintă o masă compactă de gheaţă prinsă puternic de fundul albiei, ridicată peste oglinda apei (fig. 112). Se formează prin creşterea gheţii de fund până la suprafaţa apei şi prin ataşarea altor formaţiuni de gheaţă, care plutesc în masa curentului de apă. La începutul formării sale insula de gheaţă poate fi spongioasă, iar cu timpul devine compactă.

Năboiul este o formaţiune de gheaţă buretoasă, afânată, opacă, care pluteşte sub forma de îngrămădiri nelegate între ele şi care la cel mai mic obstacol se desfac. Năboiul este format din bucăţi de gheaţă desprinse de la fund sau de la maluri, din cristale de gheaţă şi din zăpadă (fig. 113).

În carnetul de observaţii se notează cât din lăţimea râului

este acoperită cu năboi şi gradul de aglomerare (rar, potrivit, des).

Sloiurile sunt bucăţi de gheaţă de diferite mărimi şi forme ce plutesc la suprafaţa apei (fig. 114). Toamna, sloiurile se formează prin îngheţarea la un loc a cristalelor de gheaţă, năboiului, bucăţilor rupte din gheaţa de mal etc. Primăvara, sloiurile iau naştere din sfărâmarea podului de gheaţă.

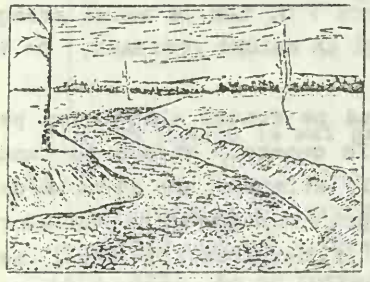


Fig.113 Năboi

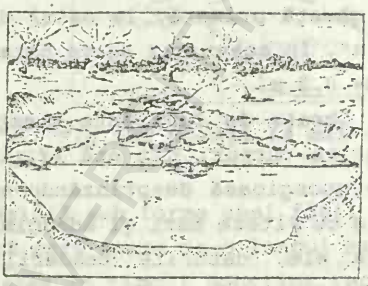


Fig.114 Sloiuri

În carnetele de observaţii pe lângă indicativul sloiuri se vor specifica dimensiunile şi densitatea sloiurilor (ex. sloiuri mici şi rare, sloiuri mari şi dese etc.).

Îngrămădiri de sloiuri se produc prin blocarea sloiurilor de gheaţă la suprafaţa apei, la îngustările de albie, la meandre sau în dreptul construcţiilor hidrotehnice (fig. 115).

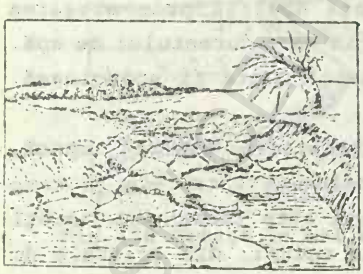


Fig.115 Ingrămădiri de sloiuri

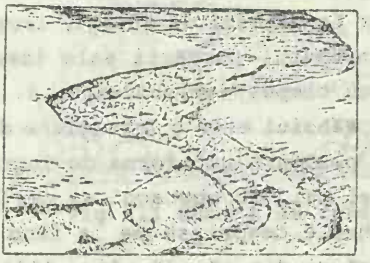


Fig.116 Zăpor

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Zăporul este o îngrămădire masivă de gheaţă în albia râului provocată de o îngustare a albiei, de un pod sau baraj etc. Zăporul barează parţial sau în întregime secţiunea râului provocând un remuu în amont şi scăderea nivelului apei în aval de zăpor (fig. 116).

În carnetul de observaţii se specifică poziţia zăporului şi distanţa faţă de mină, iar pe ultima pagină se dau explicaţii referitoare la mărime, ora când a început formarea lui, cu cât s-a ridicat nivelul până la definitivarea zăporului, dacă a fost distrus de apă sau prin intervenţia omului, ora când a pornit, cu cât a scăzut nivelul după dislocarea lui etc.

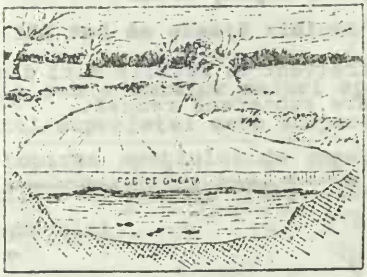


Fig.117 Pod de gheaţă continuu

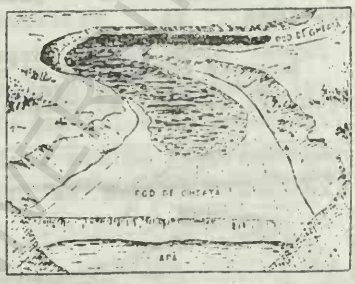


Fig.118 Pod de gheaţă întrerupt

Podul de gheaţă este stratul continuu de gheaţă sau cu ochiuri de apă care acoperă râul pe toată lăţimea lui (fig. 117).

Podul de gheaţă întrerupt se întâlneşte pe sectoarele de râu, cu viteze mari (praguri, meandre etc.), cu surse subterane bogate, cu deversări de ape menajere sau industriale etc. Întreruperile podului de gheaţă se pot produce pe toată lăţimea râului sau parţial (fig. 118).

Podul de gheaţă suspendat se întâlneşte frecvent la râurile mici, la care nivelul apei este în scădere. În acest caz podul de gheaţă nu are contact cu nivelul apei, între partea inferioară a stratului de gheaţă şi oglinda apei există un spaţiu liber (fig. 119).

Există situaţii când râul este **îngheţat total**, adică masa de gheaţă ocupă întreaga secţiune a râului (fig. 120). Curgerea apei

încetează complet.

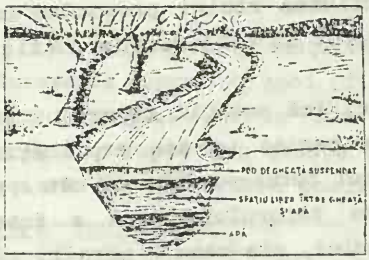


Fig.119 Pod de gheaţă suspendat

Fig.120 Îngheţ total

Această formaţiune se observă mai frecvent la râurile mici din regiunile de deal şi câmpie cu alimentare subterană redusă.

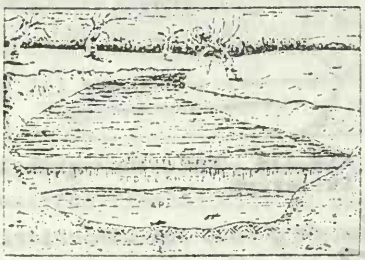


Fig.121 Apa curge deasupra gheţii

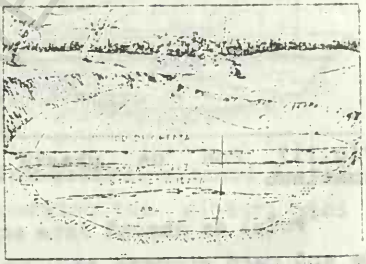


Fig.122 Gheaţă stratificată

În unele situaţii generate de topirea zăpezii sau de ploile căzute în amonte sau de obstrucţionarea albiei râului sub podul de gheaţă, **apa curge deasupra gheţii** (fig. 121). Fenomenul se poate produce şi în cazul îngheţului total.

Gheaţa stratificată apare în situaţiile în care apa ce curge deasupra gheţii, datorită scăderii intense a temperaturii aerului, îngheaţă şi formează un nou strat. Gheaţa stratificată poate fi formată din mai multe straturi intercalate cu straturi de apă (fig. 122).

Podul de gheaţă ridicat este provocat de creşterea nivelului apei, care determină desprinderea podului de gheaţă de maluri

(fig. 123). Podul de gheaţă ridicat pluteşte la suprafaţa apei fără să se deplaseze.

Datorită curentului de apă sau vântului podul de gheaţă desprins de maluri se deplasează pe o distanţă oarecare, ajungându-se la situaţia de **pod de gheaţă mişcat.**

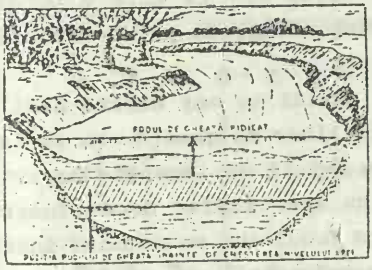


Fig.123 Pod de gheaţă ridicat

Situaţia de **maluri dezgheţate**, când de-a lungul unuia sau a ambelor maluri apa este dezgheţată până la fund, iar restul suprafeţei este acoperită cu pod de gheaţă, este provocată de topirea spaţiului de gheaţă de la maluri sau de desprinderea podului de gheaţă (fig. 124). Fenomenul se produce înaintea dezgheţului.

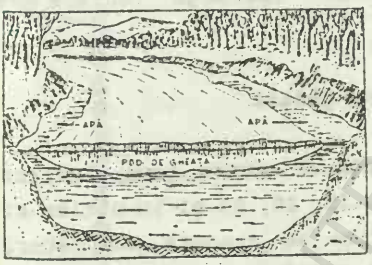


Fig.124 Maluri dezgheţate

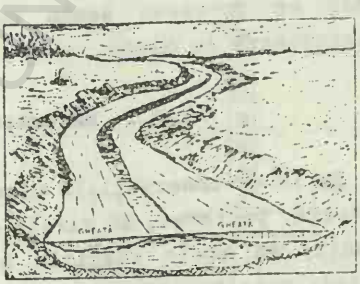


Fig.125 Canal dezgheţat

Pe râurile repezi, când dezgheţul nu produce o ridicare însemnată a nivelului, podul de gheaţă începe să fie spălat la bază de curentul apei. Ca urmare, în partea centrală a curentului se formează un canal ca o fâşie îngustă, la început întreruptă, apoi continuă. În asemenea situaţii se notează indicativul canal **dezgheţat** specificându-se cu aproximaţie şi lăţimea acestuia (fig. 125).

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Un moment important în evoluţia fenomenelor de îngheţ este dezgheţul şi eliberarea râului de formaţiunile de gheaţă. Pentru acestea în carnetul de observaţii se trece ora la care a pornit gheaţa de pe râu, fie că este un dezgheţ normal de primăvară, fie că este unul timpuriu în mijlocul iernii.

În momentul în care în secţiunea râului nu mai există nici o formaţiune de gheaţă, râul se consideră liber de gheaţă. Nu se iau în considerare sloiurile care rămân pe maluri de la apele mari.

Formaţiunile de gheaţă descrise nu apar izolat decât foarte rar. Ca urmare, notarea lor se face după modul cum se combină între ele ca de exemplu: gheaţă la mal şi ace de gheaţă; gheaţă la mal şi năboi (rar sau des), gheaţă la mal şi sloiuri etc.

Odată cu notarea observaţiilor vizuale se execută şi cartarea lor. Distanţele se apreciază vizual sau măsurându-le cu pasul acolo unde este posibil, raportându-le direct la planul sectorului şi ţinând seama de bornele şi reperele acestuia, de lăţimea râului, de lungimea sectorului, de distanţele dintre profiluri, de lungimea magistralei etc. Pentru reprezentarea pe plan a formaţiunilor de îngheţ se folosesc semne convenţionale. Întreaga lucrare se definitivează în birou.

9.2. Măsurători asupra gheţii

Pe lângă observaţiile vizuale efectuate asupra formaţiunilor de gheaţă, pentadal, în zilele de 5, 10, 15, 20, 25 şi în ultima zi a lunii, la toate staţiile hidrometrice se execută măsurători privind: grosimea zăpezii de pe gheaţă; grosimea totală a gheţii; grosimea gheţii cufundate în apă; grosimea năboiului; grosimea stratului de apă de deasupra gheţii; diferenţa între nivelul apei şi faţa inferioară a gheţii.

Toate măsurătorile menţionate se execută în profilul mirei la ambele maluri şi la mijloc, de fiecare dată făcându-se copci noi, la distanţă de 1 m amonte sau aval de cele vechi (fig. 126).

Punctele unde se fac copcile vor fi întotdeauna la aceeaşi distanţă de mal, fiind stabilite în funcţie de lăţimea şi adâncimea

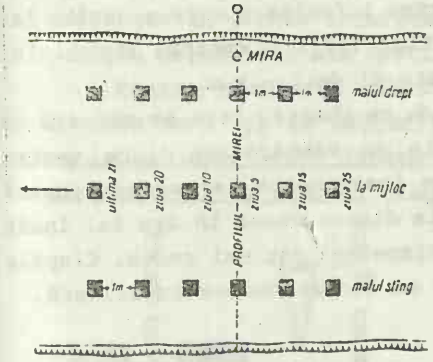


Fig.126 Distribuţia copcilor

râului la nivelurile scăzute de iarnă, în aşa fel încât să nu rămână pe uscat. Pentru râurile a căror lăţime nu depăşeşte 30 m, distanţa de la mal până la copci se ia între 1 şi 3 m, iar pentru râurile mai late, distanţa se consideră peste 3 m.

Pereţii copcilor trebuie să fie vertical, iar gheaţa să se spargă în straturi, pentru a împiedeca pătrunderea apei în spărtură în timpul lucrului.

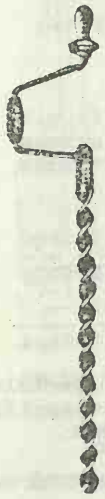


Fig.127 Burghiu pentru gheaţă

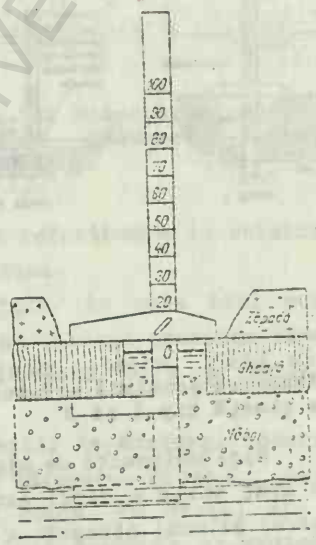


Fig.128 Clupă pentru gheaţă şi năboi

Pentru spargerea gheţii se pot utiliza răngi, topoare sau burghie pentru gheaţă. Ranga de fier utilizată pentru executarea copcilor se termină la o extremitate în formă de daltă, iar la

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

cealaltă are montat un mâner de lemn.

Burghiul pentru gheaţă se foloseşte atunci când stratul de gheaţă are grosimi mai mari. La partea inferioară este ascuţit, iar la cea superioară are un mâner (fig. 127). Diametrul burghiului este de 4 cm, iar lungimea lui poate fi de 1 - 2 m.

Cu excepţia grosimii zăpezii de pe gheaţă, care se măsoară cu mira portabilă, celelalte elemente se măsoară cu clupe pentru gheaţă şi năboi (fig. 128). Aceste instrumente se confecţionează din lemn sau metal şi trebuie să fie dimensionate în aşa fel încât să poată fi utilizate la copci cu diametrul cât mai redus. Clupele sunt astfel gradate încât citirile se fac la partea superioară.

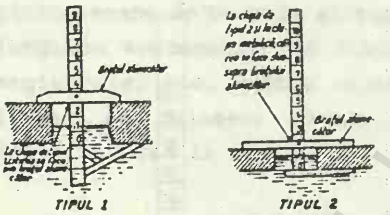


Fig.129 Mire pentru măsurarea grosimii stratului de gheaţă tip 1 şi 2

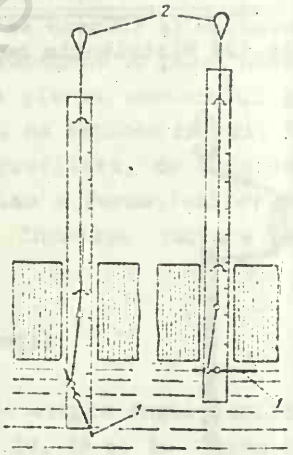


Fig.130 Rigle speciale pentru gheaţă 1,clapetă; 2,pârghie cu mâner.

Mira obişnuită de măsurare a grosimii gheţii este prevăzută cu un braţ oblic a cărui extremitate liberă corespunde diviziunii 0 (zero) şi unul alunecător (cursor), care se poate deplasa vertical sau se fixează cu ajutorul unui şurub (fig. 129). În partea inferioară a braţului oblic, mira se continuă în jos, având gradaţiile colorate diferit, pentru măsurarea distanţei dintre nivelul apei şi suprafaţa inferioară a gheţii.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Pentru a evita copci cu diametrul mare se folosesc rigle speciale pentru gheaţă (fig. 130). Aceste rigle gradate sunt prevăzute în partea inferioară cu o clapetă care poate fi pusă în poziţie orizontală sau verticală de o pârghie cu mâner.

Pentru măsurarea năboiului se mai folosesc, în special la râurile mari şi în regiunile nordice, instrumente speciale ca: rigla cu două braţe laterale sau mira Dobrînschi (fig. 131) şi dispozitivul cu plăcuţă (fig. 132).

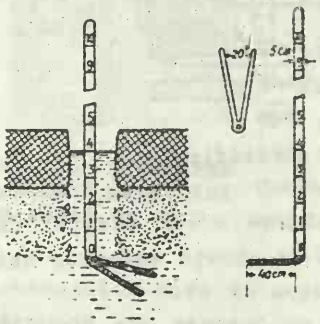


Fig.131 Mira Dobrînschi pentru măsurarea grosimii năboiului

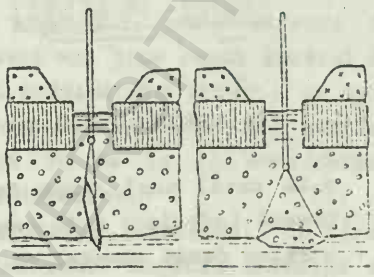


Fig.132 Dispozitiv cu plăcuţă pentru măsurarea grosimii năboiului

Operaţiunile de măsurare a elementelor referitoare la stratul de gheaţă se execută în următoarea succesiune.

Înainte ca zăpada să fie deranjată, în cele trei puncte stabilite pentru executarea copcilor, se măsoară grosimea zăpezii de pe gheaţă utilizându-se rigla pentru zăpadă, mira portabilă sau orice riglă gradată.

După ce s-a măsurat grosimea zăpezii, în aceleaşi locuri se înlătură zăpada şi se fac copci pentru măsurarea grosimii gheţii.

Clupa de gheaţă se introduce în copcă, cu braţul fix sub stratul de gheaţă, iar cel mobil se lasă deasupra stratului de gheaţă. Distanţa dintre cele două braţe, măsurată pe rigla gradată a clupei, indică grosimea stratului de gheaţă. La clupele de tip 1, citirile se fac cu braţul mobil, iar la cele de tip 2 deasupra braţului mobil (fig. 129).

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

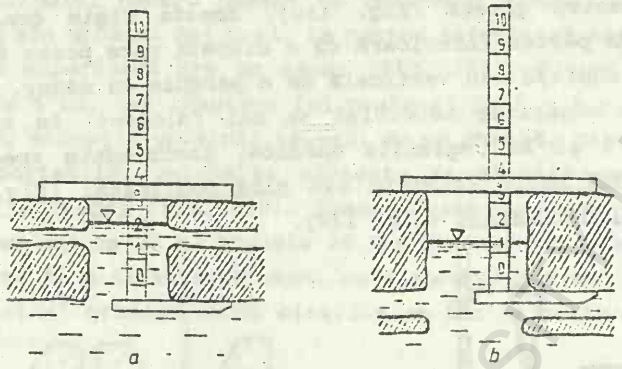


Fig.133 Măsurarea grosimii gheţii stratificate.

a,în cazul unui strat de apă mai subţire decât stratul de gheaţă inferior; b,în cazul stratului de gheaţă inferior mai subţire decât stratul de apă.

În cazul a două straturi de gheaţă despărţite de un strat de apă mai subţire decât stratul de gheaţă inferior, nu se ţine seama de stratul de apă. Cele două straturi de gheaţă se măsoară considerându-se ca unul singur (fig. 133 a).

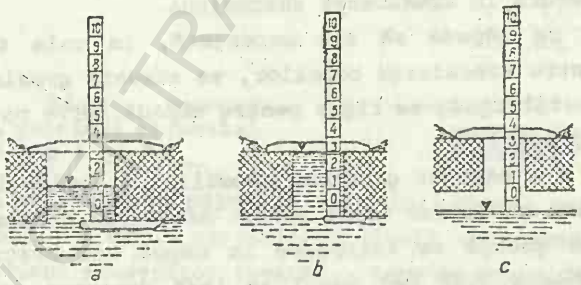


Fig.134 Măsurarea grosimii gheţii cufundate parţial (a), total (b) şi deloc (c).

Când stratul de apă cuprins între straturile de gheaţă este mai gros decât stratul de gheaţă inferior, se ia în considerare numai cel superior, iar stratul inferior se neglijează (fig.133 b).

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Grosimea gheţii cufundate în apă se măsoară în aceleaşi copci odată cu grosimea gheţii. Sunt posibile trei situaţii şi anume: gheaţa cufundată parţial, total sau deloc (fig. 134).

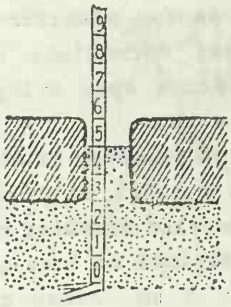


Fig.135 Măsurarea grosimii stratului de năboi cu mira

Grosimea gheţii cufundate se poate măsura direct cu clupa sau rigla de zăpadă sau indirect măsurând grosimea gheţii rămasă afară din apă şi scăzând-o din grosimea totală a stratului de gheaţă.

În cazul gheţii stratificate, ca şi la grosimea totală a gheţii, când stratul de gheaţă inferior este mai gros decât stratul de apă, nu se ia în considerare stratul de apă, iar când stratul de gheaţă este mai subţire decât cel de apă nu se ia în considerare stratul de gheaţă inferior.

Măsurarea grosimii năboiului se face introducând mira în copcă, în aşa fel încât capătul inferior să pătrundă sub stratul de năboi şi se roteşte cu 90°, iar apoi se ridică până ce braţul de jos atinge stratul de năboi (fig. 135).

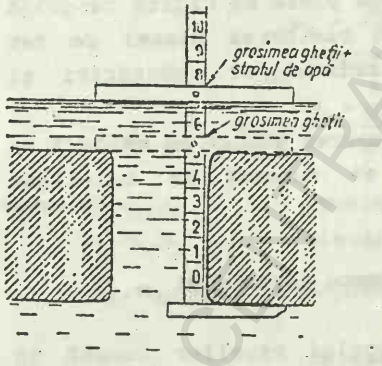


Fig.136 Măsurarea grosimii stratului de apă deasupra gheţii

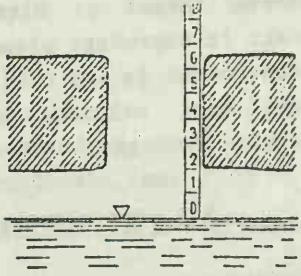


Fig.137 Măsurarea diferenţei între nivelul apei şi partea inferioară a gheţii

Citirile la mira şi la clupă se execută pe rigle gradate.

În anumite situaţii când apa curge peste gheaţă se măsoară

grosimea stratului de apă peste gheaţă (fig. 136), iar când apa se menţine sub stratul de gheaţă se măsoară diferenţa dintre nivelul apei şi faţa inferioară a gheţii (fig. 137).

O altă formaţiune de gheaţă asupra căreia se fac măsurători este **gheaţa de fund.** Observaţii asupra acestei formaţiuni se efectuează zilnic, din momentul în care temperatura apei atinge 0,5° şi se continuă până la îngheţarea completă a râului.

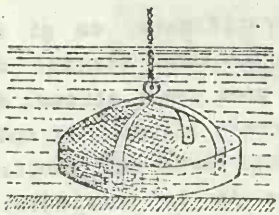


Fig.138 Plasă pentru colectarea gheţii de fund

Pentru măsurători se folosesc calote din plasă de alamă cu ochiuri de 2 mm^2 montată pe un schelet metalic circular cu diametrul de 30 cm, înălţimea de 5 cm şi greutatea de cel puţin 1 kg. Plasa de sârmă se sprijină pe o cruce fixată pe scheletul circular. În mijlocul crucii se fixează o bară cu un inel de suspensie (fig. 138).

Înainte de a o lansa, plasa se udă cu apă fierbinte pentru a împiedeca formarea cristalelor de gheaţă. Plasa se lansează zilnic la orele 20 şi se lasă până a doua zi înainte de răsăritul soarelui. Dimineaţa plasa se ridică cu grijă pentru a nu se scutura gheaţa. După ridicarea plasei se fac descrierea formei şi dimensiunilor cristalelor, cântăriri şi raportări la suprafaţa plasei.

Cantitatea de apă rezultată din topirea gheţii se măsoară cu ajutorul unui cilindru gradat şi se notează în buletinul fenomenelor de îngheţ.

9.3. Prelucrarea datelor asupra îngheţului

Prelucrarea datelor asupra îngheţului râurilor constă în verificarea datelor înscrise în carnetul de observaţii, în raportarea şi calculul profilului transversal din dreptul mirei ale formaţiunilor de gheaţă şi în executarea graficului cronologic al variaţiei fenomenelor de iarnă în profilul mirei.

După verificare, datele referitoare la grosimea gheţii,

BCU IAŞI CENTRUL UNIVERSITAR LIBRARY

năboiului şi zăpezii de pe gheaţă se trec în profilul transversal din dreptul mirei (fig. 139).

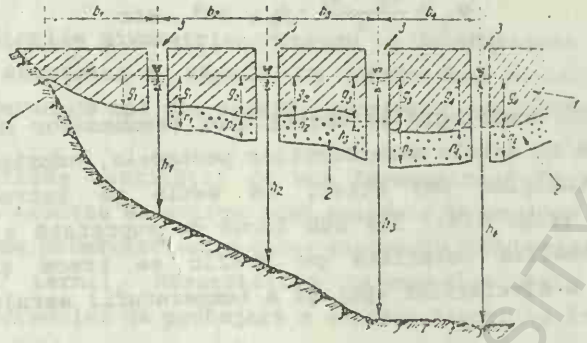


Fig.139 Schiţă de calcul a grosimii gheţii, a năboiului şi a zăpezii de pe gheaţă în profilul transversal
1,pod de gheaţă; 2,năboi; 3,copci.

Pentru determinarea suprafeţei secţiunii de apă este necesar să se calculeze suprafaţa gheţii scufundate în apă, utilizînd relaţiile de mai jos:

$$\omega_{g_1} = \frac{g_1}{2} \cdot b_1 \ , \ cm^2;$$

$$\omega_{g_2} = \frac{g_1 + g_2}{2} \cdot b_2 \ , \ cm^2;$$

$$\omega_{g_3} = \frac{g_2 + g_3}{2} \cdot b_3 \ , \ cm^2; \ etc.$$

în care: g_1, g_2, g_3 - grosimea gheţii scufundate, cm;

b_1, b_2, b_3 - distanţa dintre verticale, cm;

$\omega_{g_1}, \omega_{g_2}, \omega_{g_3}$ - suprafeţele parţiale ale gheţii scufundate în apă, cm^2.

Suprafaţa ocupată de năboi se calculează în mod analog folosind relaţiile:

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$$\omega_{n_1} = 0 \cdot b_1 = 0 \ , \ cm^2;$$

$$\omega_{n_2} = \frac{n_1 + n_2}{2} \cdot b_2 \ , \ cm^2;$$

$$\omega_{n_3} = \frac{n_2 + n_3}{2} \cdot b_3 \ , \ cm^2 \ , \ etc.$$

Graficul cronologic al variaţiilor fenomenelor de îngheţ se construieşte cu datele măsurătorilor pentadale, exprimate fie sub forma de înălţime sau strat, ca medie pe întregul profil transversal (fig. 140), fie sub formă de suprafaţă a secţiunii. Pentru o analiză detailată pe grafic se trece şi variaţia cronologică a nivelurilor apei şi a temperaturii aerului.

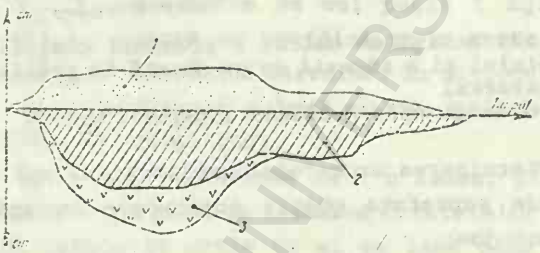


Fig.140 Grafic cronologic de variaţie a grosimii gheţii, năboiului şi a zăpezii de pe gheaţă în profilul transversal

1,zăpadă pe gheaţă; 2,pod de gheaţă; 3,năboi.

Cartarea formaţiunilor de îngheţ pe o porţiune din sectorul de iarnă al unei staţii hidrometrice speciale, pentru o anumită dată, se face pe baza datelor rezultate din măsurătorile decadale în profilurile transversale special alese şi pe baza notării observaţiilor vizuale pentru suprafeţele dintre profilele transversale. În acest scop se foloseşte o legendă specială.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

10. MĂSURĂTORI NIVOMETRICE

Măsurătorile nivometrice constau în determinarea grosimii şi densităţii stratului d zăpadă. Cu aceste două elemente se poate stabili rezerva de apă din zăpadă, exprimată sub formă de strat de apă.

Cunoaşterea cantităţii de apă înmagazinată în zăpadă şi a modului cum aceasta se scurge sunt necesare în analiza şi prognoza viiturilor de primăvară sau a celor provenite din topirile parţiale din timpul iernii. Măsurătorile nivometrice mai servesc la aprecierea gradului de protejare a solului împotriva îngheţului şi a posibilităţilor de aprovizionare cu apă a acestuia în urma topirii zăpezii.

10.1. Măsurarea grosimii şi a densităţii stratului de zăpadă

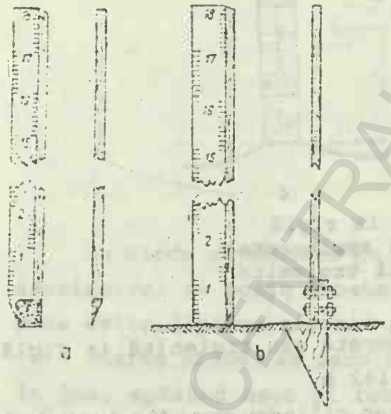


Fig.141 Rigle nivometrice a, portabilă; b, fixă

Grosimea stratului de zăpadă se măsoară cu riglele nivometrice (portabile şi fixe), iar densitatea stratului de zăpadă cu densimetrul.

Rigla nivometrică portabilă (fig. 141 a) constă dintr-o şipcă de lemn gradată în centimetri prevăzută la extremitatea inferioară cu un sabot de fier, care permite pătrunderea mai uşoară a riglei în zăpadă şi protejarea ei.

Grosimea zăpezii se măsoară numai în punctele unde ea nu a suferit modificări în urma intervenţiei omului. M ă s u r a r e a grosimii stratului de zăpadă se face prin introducerea riglei în poziţie verticală în stratul de zăpadă până atinge solul, apoi se

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

citeşte pe riglă, valoarea în centimetri întregi, a nivelului zăpezii.

În lipsa riglei de zăpadă se poate folosi mira portabilă.

Rigla fixă (fig. 141 b) este o bară paralelipipedică gradată în centimetri, fixată către sfârşitul toamnei pe nişte ţăruşi de lemn cu ajutorul unor şuruburi cu piuliţe. La începutul primăverii aceste rigle se demontează şi se depozitează pentru a nu se deteriora.

Citirile pe riglele fixe se fac la o distanţă de 2-3 m, fiecare observaţie făcându-se din aceeaşi direcţie. Când pe riglă este prinsă zăpadă şi gradaţiile ei nu se pot vedea sau nu sunt clare, atunci nu se vor executa citiri prin aprecieri.

Curăţirea zăpezii de pe riglele fixe se face cu ajutorul unei prăjini lungi de 2-3 m prevăzută la un capăt cu o plăcuţă de lemn de circa 20/10 cm.

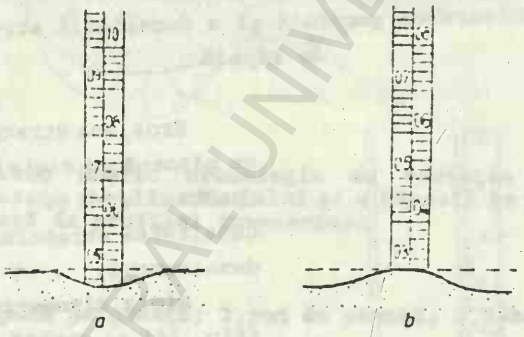


Fig.142 Citirile la riglă
a, în cazul zăpezii spulberate;
b, în cazul zăpezii troienite

În cazul când zăpada este spulberată sau troienită la riglă, citirile se fac ca în fig. 142 a şi 142 b.

Densimetrul este alcătuit dintr-un cilindru metalic lung de 55 cm, cu suprafaţa secţiunii de 50 cm^2, în care se ia proba, şi o balanţă tip roman (fig. 143).

Pe corpul cilindrului este imprimată o scară gradată din centimetru în centimetru, având punctul zero exact la marginea

zimţată. Cu ajutorul acestei scări se măsoară grosimea stratului de zăpadă în locul unde se ia proba. Partea inferioară fără zimţi este prevăzută cu un capac care poate fi fixat cu un ştift.

Corpul balanţei este format dintr-o riglă împărţită de cuţitul prismatic, care ţine balanţa suspendată în două părţi: una mai scurtă de care se atârnă cilindrul printr-un inel şi una mai lungă divizată din 5 în 5 g, pe care glisează o greutate ce serveşte pentru cântărire.

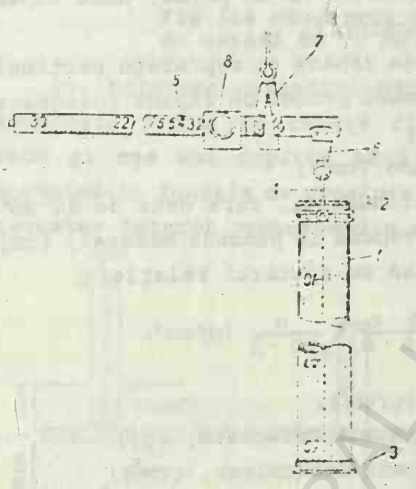


Fig.143 Densimetru pentru zăpadă 1,cilindru metalic; 2,extremitate zimţată; 3,capacul cilindrului; 4,inelul pentru susţinerea cilindrului; 5,braţul balanţei; 6,inelul pentru atârnarea cilindrului; 7,cuţit prismatic; 8,cursor.

Cu circa o jumătate de oră înainte de începerea măsurătorilor densimetrul se poate scoate afară, la temperatura aerului, pentru a se evita lipirea zăpezii pe pereţii cilindrului.

Luarea probei se face introducând cilindrul cu partea zimţată în jos, apăsând uşor şi rotindu-l în stânga şi dreapta până când cilindrul atinge solul. Se citeşte pe cilindru înălţimea stratului de zăpadă şi se notează în fişă. Se curăţă zăpada în jurul cilindrului sau numai pe o parte, apoi se introduce lopăţica sub gura cilindrului în aşa fel încât să nu rămână zăpadă din probă pe sol. Se curăţă zăpada de pe pereţii exteriori ai cilindrului pentru

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

ca aceasta să nu influenţeze greutatea reală.

Cilindrul se atârnă de braţul scurt al balanţei şi se echilibrează cântarul cu ajutorul cursorului, citindu-se apoi numărul diviziunii în dreptul căreia se află cursorul.

Inscrierea datelor se face în fişă sub formă de fracţie, trecând la numărător grosimea stratului de zăpadă citită, iar la numitor numărul de diviziuni citite pe braţul balanţei.

După verificarea balanţei se procedează la recoltarea probei a doua care se ia la o distanţă de 50-60 cm de prima, unde zăpada nu a fost deranjată în timpul măsurătorii.

Cunoscând grosimea stratului de zăpadă şi suprafaţa secţiunii cilindrului se poate determina volumul probei de zăpadă colectate, utilizând relaţia: $V = f \cdot h$ (cm^3)

în care: V - volumul probei de zăpadă (cm^3);
f - suprafaţa secţiunii cilindrului, care este de 50 cm^2;
h - înălţimea stratului de zăpadă în punctul măsurat, (cm).

Densitatea zăpezii se determină cu ajutorul relaţiei:

$$d = \frac{G}{V} \ (g/cm^3) \ sau \ d = \frac{5 \cdot n}{50 \cdot h} = \frac{n}{10 \cdot h} \ (g/cm^3)$$

în care: d - densitatea zăpezii, (g/cm^3);
G - greutatea probei de zăpadă colectate, (g);
V - volumul probei de zăpadă determinat, (cm^3);
n - numărul de diviziuni citite pe braţul balanţei;
5 - valoarea unei diviziuni de pe braţul balanţei, (g);
50 - suprafaţa secţiunii cilindrului, (cm^2);
h - înălţimea stratului de zăpadă în punctul măsurat, (cm).

Rezerva de apă din stratul de zăpadă sau echivalentul în apă al zăpezii se obţine cu ajutorul relaţiei:

$$h_a = 10 \cdot d \cdot h \ (mm)$$

în care: h_a - rezerva de apă din stratul de zăpadă, (mm);
d - densitatea zăpezii, (g/cm^3);
h - grosimea medie a stratului de zăpadă, (cm);
10 - coeficient de transformare în mm.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Dacă stratul de zăpadă este mai gros decât înălţimea cilindrului se măsoară fragmentat (fig. 144).

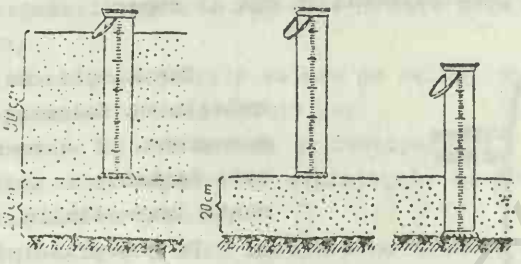


Fig.144 Măsurarea densităţii unui strat de zăpadă de 70 cm.

Se introduce cilindrul până la 50 cm, se curăţă în jur, se cântăreşte proba, se curăţă cilindrul, apoi se recoltează altă probă şi aşa mai departe până se ajunge la sol. Densitatea se determină în funcţie de grosimea totală a stratului de zăpadă şi de greutatea tuturor probelor din verticala respectivă.

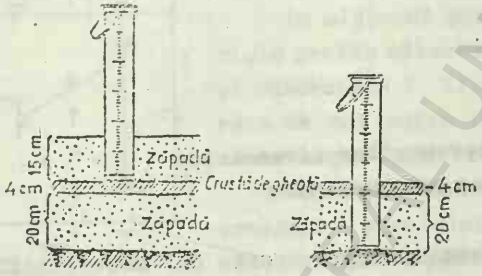


Fig.145 Măsurarea densităţii stratului de zăpadă când crusta de gheaţă se găseşte în interior

Dacă în interiorul stratului de zăpadă se află o crustă de gheaţă, proba se măsoară fragmentat, o dată stratul de deasupra crustei şi a doua oară stratul până la sol, inclusiv crusta de gheaţă (fig. 145).

Rezerva de apă din stratul de zăpadă se poate determina foarte rapid cu ajutorul metodei radiometrice. Aceasta constă în aşezarea pe sol a unei surse radioactive şi interceptarea deasupra zăpezii a fascicolului de radiaţii cu un contor, care transformă impulsurile radioactive în impulsuri electrice măsurabile cu radiometrul. Cantitatea de apă din zăpadă se determină cu relaţia:

$$N = N_0 e^{-\mu x}$$

în care: N_0 şi N - vitezele de numărare (citite la radiometru) ale

sursei, respectiv cele recepţionate de contor;
μ - coeficient de absorbţie al apei;
x - echivalentul în apă al zăpezii (mm).

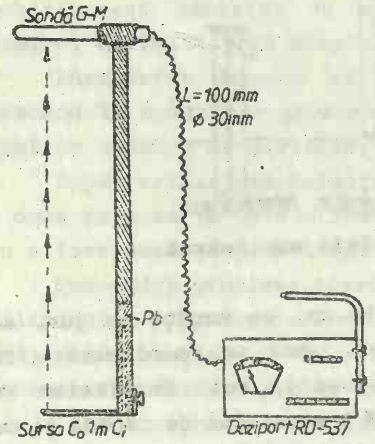


Fig.146 Radionivometru portabil

Instalaţia se tarează, iar relaţia se foloseşte sub formă de nomograme. O asemenea instalaţie este deosebit de utilă în zonele de munte inaccesibile.

Pe baza principiilor enunţate, în ţara noastră, a fost conceput şi realizat un radionivometru portabil pentru măsurarea echivalentului de apă din stratul de zăpadă (fig. 146).

10.2. Organizarea terenurilor nivometrice şi executarea măsurătorilor

La fiecare staţie hidrometrică prevăzută cu măsurători nivometrice se organizează terenuri speciale pentru măsurat grosimea şi densitatea zăpezii. Aceste terenuri se deosebesc între ele prin suprafaţă, mod de organizare şi frecvenţa măsurătorilor.

Pregătirea platformelor pentru măsurători se face cel mai târziu până în 15 octombrie.

O dată cu măsurarea grosimii şi densităţii zăpezii pe diferite categorii de terenuri nivometrice, se determină vizual şi gradul de acoperire cu zăpadă a împrejurimilor staţiei. Aprecierea se face în cifre, de la 0 la 10, socotindu-se terenul vizibil, fără zăpadă, egal cu 10.

BCU IAŞI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

La alegera terenurilor pentru ridicări nivometrice trebuie să se aibă în vedere mai multe aspecte:

- să fie reprezentative pentru regiunea în care este amplasată staţia hidrometrică;
- să cuprindă toate categoriile majore de relief din bazinul controlat, precum şi microformele specifice;
- suprafeţele alese să fie netede şi neacoperite;
- în cazul regiunilor împădurite suprafeţele de măsurare să fie alese în acelaşi fel de pădure;
- pe suprafeţele alese pentru măsurare nu trebuie să existe obstacole care să împiedice sau să influenţeze depunerea normală a zăpezii;
- terenurile alese pentru determinări nivometrice trebuie să fie amplasate în apropierea staţiilor hidrometrice.

Platformele nivometrice reduse. Aceste terenuri numite şi auxiliare sunt porţiuni de formă pătrată cu latura de 20 m, marcate în colţuri prin borne (fig. 147).

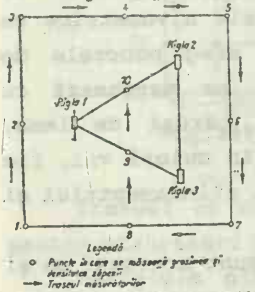


Fig.147 Platformă nivometrică redusă

În mijlocul platformei se instalează trei rigle pentru măsurat zăpada fixate pe suporturi şi numerotate I, II, III. Distanţa dintre rigle este de cel puţin 10 m, făcând cu aproximaţie un triunghi echilateral.

Pentru observaţiile zilnice asupra grosimii stratului de zăpadă şi pentru determinarea densităţii zăpezii se aleg două platforme reduse: una adăpostită şi una degajată. Când regiunea este împădurită sau complet neacoperită se alege numai o singură platformă.

Terenul platformei reduse degajate (neacoperite) trebuie să aibă forma plană şi fără obstacole pentru a fi supusă influenţei libere a vântului.

Terenul platformei reduse adăpostite trebuie să fie neted şi să nu fie supus influenţei vântului pentru ca zăpada să se aştearnă uniform. În general, platformele adăpostite se amenajează în poieni, parcuri, grădini sau curţi mai mari.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Grosimea stratului de zăpadă se măsoară zilnic la ora 7, iar densitatea zăpezii pentadal, în zilele de 5, 10, 15, 20, 25 şi în ultima zi a lunilor cu zăpadă, în 10 puncte (fig. 148).

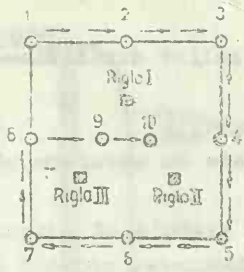


Fig.148 Punctele de măsurare a densităţii zăpezii şi direcţia de parcurgere pe platforma nivometrică redusă

În punctele unde se execută observaţii pentru determinarea densităţii zăpezii, grosimea stratului de zăpadă nu se mai măsoară separat cu rigla de zăpadă, ci direct cu cilindrul densimetrului.

Inscrierea datelor obţinute din măsurători şi observaţii vizuale se înscriu în fişe speciale în dreptul coloanei riglei respective şi a zilelor în care s-au efectuat măsurători.

Parcele nivometrice. Acestea sunt suprafeţe mari de teren, de formă pătrată sau triunghiulară, marcate la colţuri cu borne de lemn sau beton.

Pentru executarea măsurătorilor pe parcelele nivometrice se marchează mai multe aliniamente pe care se aleg punctele de măsurare la anumite intervale. Aliniamentele se marchează cu jaloane, iar distanţele pe aliniamente prin ţăruşi de lemn. Însemnarea punctelor se face cu vopsea de ulei în culori vii, fie prin baterea unor tăbliţe care să indice numărul aliniamentului şi distanţa punctului.

Metodica de lucru şi termenele de măsurare sunt aceleaşi ca şi în cazul parcelelor reduse.

Parcelele pătrate pot fi amplasate în câmp deschis, în pădure şi în poieni. Parcelele pătrate în zone descoperite au laturile de 100/100 m (1 ha), iar aliniamentele situate din 10 în 10 m şi notate cu cifre romane de la I la XI (fig. 149). Pe fiecare aliniament punctele de măsurare a grosimii stratului de zăpadă se află la fiecare 10 m (deci 11 puncte pe un aliniament). Punctele de măsurare a densităţii zăpezii sunt situate la capetele aliniamentului cu număr par şi la mijlocul celor cu număr impar.

În mod normal măsurătorile nivometrice se execută după

BCU IAŞI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

programul menţionat în cazul platformelor reduse. În timpul averselor de zăpadă sau al topirii zăpezii, măsurătorile se îndesesc, ajungând să fie executate zilnic.

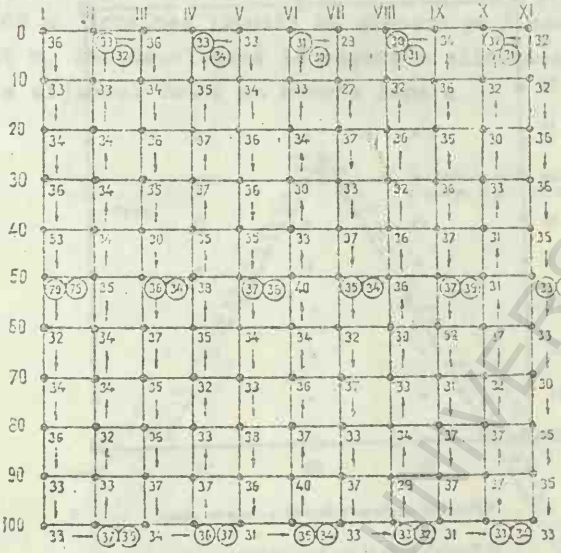


Fig.149 Schema unui teren nivometric

Traseul ce urmează să fie parcurs de muncitorul hidrometru pentru măsurători nivometrice este indicat prin săgeţi (fig. 149).

Parcelele din pădure şi poieni au aceleaşi dimensiuni de 100/100 m sau de 50/200 m, dar numărul de aliniamente se reduce la jumătate (fig. 150).

Parcelele triunghiulare se amenajează pe terenurile descoperite şi întinse. Ele au forma unui triunghi echilateral cu latura de 400 m. Aliniamentele formate din laturile triunghiului sînt marcate prin jaloane plantate în cele trei colţuri (fig. 151). Pe laturi, la fiecare sută de metri se bate câte un ţăruş.

Grosimea stratului de zăpadă se măsoară din 10 în 10 m, iar densitatea zăpezii din 100 în 100 m.

Profilele de măsurare (fig. 152) se folosesc în cazul când terenul este accidentat. Ele au lungimea de 2-3 km şi pot fi drepte

BCU "MIHAI EMINESCU" CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

sau frânte. Profilele de măsurare trebuie să treacă prin toate formele de relief din regiunea respectivă.

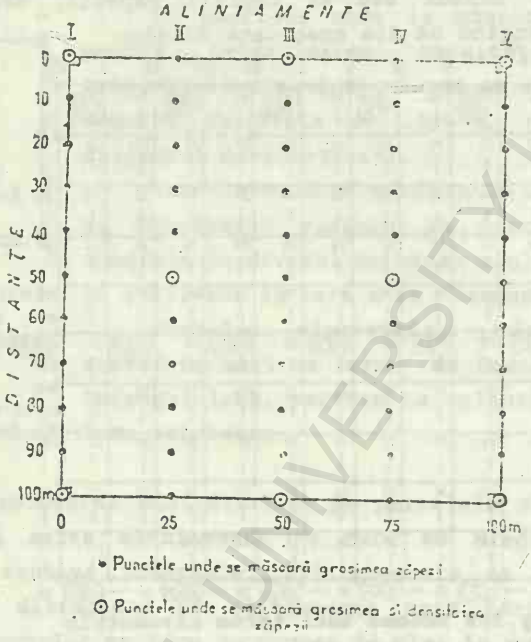


Fig.150 Parcela nivometrică pentru măsurători în păduri și poieni

Marcarea terenului se face din 200 în 200 m, folosindu-se diferite repere naturale.

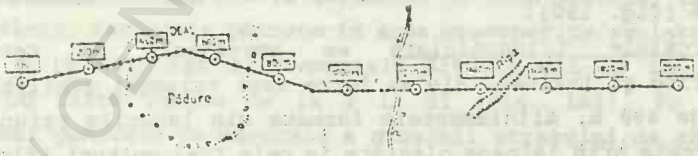


Fig.152 Profil de măsurare a zăpezii

Grosimea zăpezii se măsoară din 20 în 20 m, iar densitatea din 200 în 200 m în punctele marcate.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Suprafeţele de control includ întinderi mari de teren de formă dreptunghiulară sau pătrată, care se folosesc pentru verificarea reprezentativităţii parcelelor nivometrice. Măsurătorile se execută de 2-3 ori în sezonul de iarnă. Aliniamentele se stabilesc din 100 în 100 m. Grosimea zăpezii se măsoară pe fiecare aliniament din 10 în 10 m, iar densitatea la capetele aliniamentelor cu numere pare şi la mijlocul celor cu numere impare.

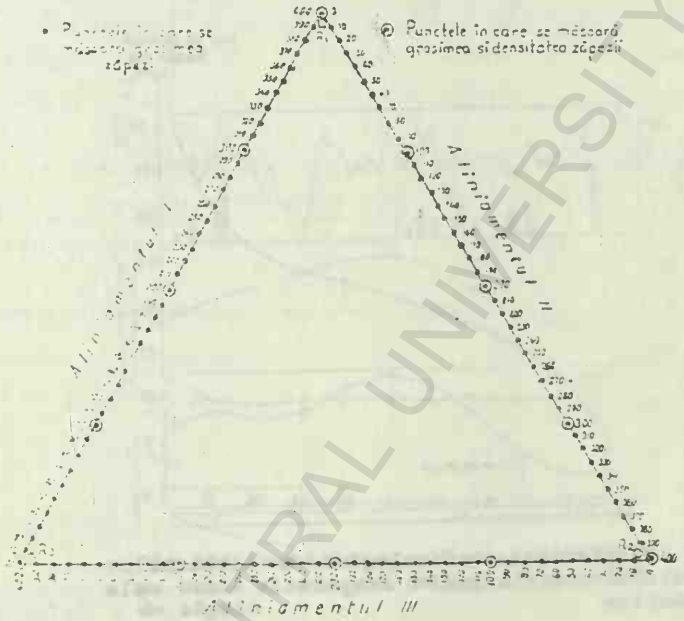


Fig.151 Parcela nivometrică triunghiulară

Suprafeţele de control cuprind în interiorul lor parcele nivometrice.

Când terenul este accidentat se aleg profile de control de 6 km lungime. Pe aceste aliniamente grosimea stratului de zăpadă se măsoară din 10 în 10 m, iar densitatea la fiecare 500 m.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

10.3. Prelucrarea datelor referitoare la stratul de zăpadă

Prelucrarea datelor referitoare la stratul de zăpadă constă din efectuarea de calcule şi întocmirea de grafice, care permit analiza corectitudinii datelor rezultate din măsurători şi caracterizarea elementelor stratului de zăpadă din diferite teritorii.

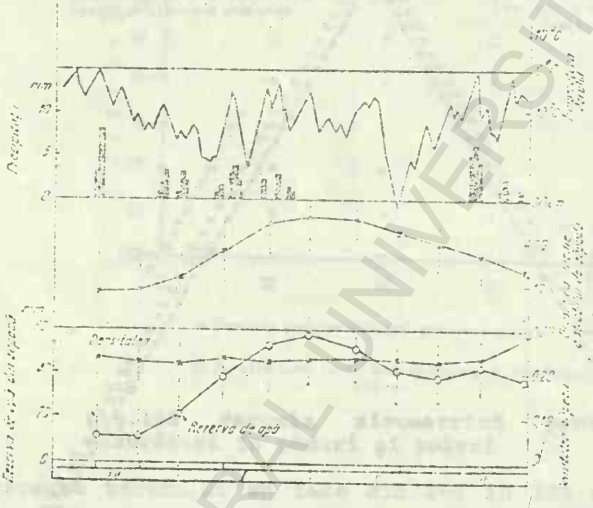


Fig.153 Variaţia cronologică a elementelor stratului de zăpadă comparativ cu cele climatice

Operaţiunile de prelucrare a stratului de zăpadă se referă la:

- determinarea valorilor medii şi extreme ale grosimii, densităţii şi rezervei de apă ale stratului de zăpadă;
- construirea graficului complex de variaţie cronologică a elementelor stratului de zăpadă şi climatice (precipitaţii şi temperaturi);
- construirea curbei integrale a repartiţiei rezervelor de apă din stratul de zăpadă pe bazinul de recepţie;
- trasarea izoliniilor grosimii, densităţii şi rezervei de apă

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

ale stratului de zăpadă.

Spre deosebire de alte elemente hidrologice, valorile medii şi extreme ale stratului de zăpadă (grosime, densitate, rezervă de apă) se obţin din prelucrarea datelor de la o singură ridicare executată la toate punctele de măsurare (platformă redusă, parcele de măsurare, suprafeţe de control).

În cazul când într-un punct de măsurare lipseşte stratul de zăpadă, acesta se ia în considerare la calculul mediei cu valoarea zero.

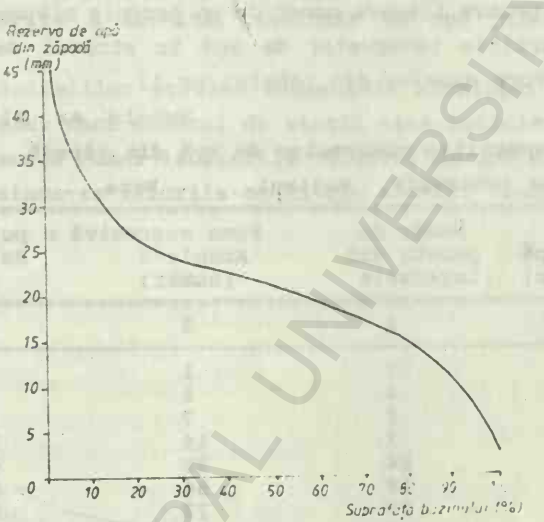


Fig.154 Curbă integrală de repartiţie pe bazin a rezervei de apă din stratul de zăpadă

Graficul complex de analiză a variaţiei cronologice a elementelor stratului de zăpadă în corelaţie cu elementele climatice (precipitaţii şi temperatură) (fig. 153) serveşte la verificarea valorilor rezultate din calcul, la depistarea erorilor de măsurare, precum şi la explicarea relaţiilor ce există între elementele analizate. Spre exemplu creşterea stratului de zăpadă după o ninsoare abundentă corespunde cu o scădere a densităţii sale, iar în cazul micşorării stratului de zăpadă datorită topirii

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

sau tasării din cauza vântului, densitatea creşte. Pe timp geros zăpada proaspătă căzută are o densitate mai mică decât pe timp de dezgheţ.

Curba integrală a repartiţiei rezervelor de apă din zăpadă pe bazinul de recepţie se construieşte folosind măsurătorile nivometrice din fiecare punct de măsurare de pe parcele nivometrice pătrate sau triunghiulare executate la o anumită dată (fig. 154).

Pentru construirea curbei integrale a repartiţiei rezervelor de apă din zăpadă pe bazinul de recepţie se calculează rezerva de apă din zăpadă pentru fiecare punct de pe parcela nivometrică şi se determină repartiţia rezervelor de apă în stratul de zăpadă pe intervale, conform datelor din tabelul nr.11.

Tabelul nr. 11

Repartiţia rezervelor de apă din zăpadă pe intervale. Bazinul..... Data.....

Intervalele rezervei de apă din zăpadă (mm)	Număr de puncte din intervale	Suma succesivă a punctelor Absolută (număr)	Relativă (%)
1	2	3	4
45 - 40,1	1	1	1,2
40 - 35,1	4	5	5,8
35 - 30,1	2	7	8,3
30 - 25,1	7	14	16,7
25 - 20,1	24	38	45,2
20 - 15,1	18	56	66,7
15 - 10,1	17	73	86,9
10 - 5,1	6	79	94,0
5 - 0	5	84	100,0

Pentru completarea tabelului este necesar să se calculeze amplitudinea rezervei de apă rezultată din diferenţa dintre valoarea maximă şi minimă selectată din toate punctele de măsurare. Amplitudinea se împarte în intervale egale (coloana 1). În dreptul fiecărui interval se trece numărul de puncte ale căror valori sunt cuprinse în intervalul respectiv (coloana 2). Numărul de puncte se însumează de la valorile maxime spre cele minime (coloana 3) şi se exprimă în procente din numărul total (coloana 4).

Considerându-se numărul total de puncte de măsurare din

parcelă proporţional cu suprafaţa bazinului de recepţie, procentele corespunzătoare fiecărui interval de rezervă de apă reprezintă procente din suprafaţa bazinului de recepţie.

Curba integrală de repartiţie a rezervelor de apă din bazin se construieşte reprezentînd în axa orizontală procentele din suprafaţa bazinului de recepţie, iar în ordonată intervalele de rezervă de apă (fig. 151). Curba integrală permite deci, determinarea procentului din suprafaţa bazinului de recepţie pentru care este asigurată o anumită cantitate de apă provenită din zăpadă.

Trasarea izoliniilor privind elementele stratului de zăpadă este posibilă numai dacă numărul de staţii este suficient. În mod frecvent se trasează numai izoliniile rezervei de apă din stratul de zăpadă, folosindu-se valorile medii ale acestui element.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BIBLIOGRAFIE

1. **Buta I., Iacob Ersilia**, (1971), Noţiuni practice de Hidrologia uscatului (Partea I-a), centrul de multiplicare al Universităţii "Babeş-Bolyai", Cluj.

2. **Buta I., Iacob Ersilia**, (1974), Noţiuni practice de Hidrologia uscatului (Partea I-a, ed. II-a), Cluj.

3. **Chow V.**, (1972), Handbook of applied Hydrology, New York, McGraw Hill.

4. **Diaconu C., Lăzărescu D.**, (1965), Hidrologie, manual pentru şcolile tehnice, Edit. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

5. **Diaconu C., Lăzărescu D.**, (1970), Hidrologie, manual pentru şcolile postliceale, Edit. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

6. **Diaconu C., Lăzărescu D.**, (1978), Hidraulică şi hidrologie, manual pentru licee industriale, Edit. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

7. **Kuznik I.A., Lukonin E.I., Filipenko V.J.** (1974), Gidrologija i gidrometrija. Gidromet. Izdat, Leningrad.

8. **Hîncu S., Stănescu I., Platagea Gh.**, (1971), Hidrologia agricolă, Edit. Ceres, Bucureşti.

9. **Lucseva A.A.**, (1951), Practiceskaia gidrometrija, Gidromet. Izdat., Leningrad.

10. **Lucseva A.A.** (1976), Practiceskaia gidrologija, Gidromet. Izdat., Leningrad.

11. **Morariu T., Pişotă I., Buta I.**, (1970), Hidrologia generală Edit. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

12. **Nemeth E.**, (1954), Hydrologia es hidrometria, Budapesta.

13. **Păcuraru M.**, (1975) Hidrologie, Institutul Politehnic "Traian Vuia", Timişoara.

14. **Pişotă I.**, (1992) Hidrologie, lucrări practice, Universitatea Bucureşti, Facultatea de Geografie.

15. **Pişotă I., Buta I.**, (1983), Hidrologie, Edit. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

16. Răuță M., (1978), Hidrologie-Hidrometria, Universitatea din Galați.

17. Solomențev M.A. (1950), Gidrometrija, Gidromet. Izdat., Leningrad.

18. Șișman I., Ciurea S., (1970), Construcții și instalații hidrometrice, manual pentru școlile postliceale, Edit. Didactică și Pedagogică, București.

19. Vladimirescu I., (1978), Hidrologie, Edit. Didactică și Pedagogică, București.

20. Vladimirescu I., (1984), Bazele Hidrologiei tehnice, Edit. Tehnică, București.

21. Zăvoianu I., (1978), Morfometria bazinelor hidrografice, Edit. Academiei Române, București.

22. * * * ,(1963), Îndrumări metodologice pentru efectuarea măsurătorilor de debite de apă pe cursurile de apă cu regim torențial, București.

23. * * * ,(1963), Instrucțiuni pentru posturile hidrometrice de râu, I.S.C.H., București.

24. * * * ,(1965), Instrucțiuni pentru rețeaua hidrometrică de bază, Vol. III, Instrucțiuni pentru stațiile hidrologice, Partea I-a, Râuri, I.D. 21-65, C.S.A. București.

25. * * * ,(1970), Îndrumar pentru efectuarea studiilor hidrometrice asupra aluviunilor, I.M.H., București.

26. * * * ,(1971), Îndrumar privind întreținerea construcțiilor, utilajelor și aparaturii la stațiile hidrometrice de pe râuri, I.M.H. București.

27. * * * , (1971), Îndrumar pentru desfășurarea activității hidrometrice pe cursurile de apă mici, I.M.H. București.

28. * * * , (1980), Îndrumări metodologice și tehnice pentru reconstituirea scurgerii naturale a râurilor, I.M.H. București.

29. * * * , (1981), Îndrumar tehnic pentru măsurarea debitelor de apă, C.N.A., București.

30. * * * , (1986), Îndrumar pentru stația hidrometrică, I.M.H., București.

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Unitatea ..... Anexa 1

CARNET MĂSURĂTORI DEBITE

Stația hidrologică ..... Rîul ..... Stația hidrometrică .....
Debitul de apă nr. ..... Debitul de aluviuni în suspensie nr. .....
Data: ziua .... luna ..... anul ..... Profil nr. .... situat la ..... km de miră.

DATE SI REZULTATE

Inălțimea nivelului față de „0" al graficului : H C M

I. DATE ASUPRA SECTIUNII

B m	Bg m	h m m	h.max m	Ω Ω t	Ω a	Ω i	Ωg m²	Ωn m³	P m	R m

II. DATE ASUPRA VITEZELOR

V.m. m/s	V max m/s	V.max sup m/s	‰

III DATE ASUPRA ALUVIUNILOR IN SUSP.

ρ m g/l	ρ max g/l	ρ min g/l

IV. METODE FOLOSITE

Mijlocul de măsurare a debitului de apă .....

Mijlocul de măsurare a debitului de aluviuni .....

Metoda de calcul a debitului de apă .....

Metoda de calcul a debitului de aluviuni .....

REZULTATE

Debit de apa $Q =$ ..... m^3/s.

Debit fictiv $Q_S =$ ..... m^3/s

Coef. de reducție $= \frac{Q}{Q_S} =$ .....

Debitul de aluviuni în suspensie.

R ..... kg/s

NIVELUL APEI IN TIMPUL MASURARII DEBITULUI

H c.m.	Sectorul statiei hidrometrice			
	Nr. pilot (mira)	Citire	Adaos	Fata de „0" grafic
La începutul măs.				
La sfîrșitul măs.				
Nivelul calculat				

Cota ..... a punctului „0" al graficului ..... m

MASURĂTORI CARACTERISTICE LA MALURI	MALUL	
	Stîng	Drept
Distanța de la reper pînă la marginea oglinzii apei în m		
Adîncimea apei la marginea oglinzii apei în m.		
Distanța de la reper la limita spațiului inactiv în „m" determinată cu ..... (flotori, moriscă.)		
Adîncimea apei la marginea spațiului inactiv în „m"		
Dist. de la reper la marginea fetei inferioare a strat de ghiață (m.)		
Dist. de la reper la marginea feței sup. a stratului de ghiață (m)		

Operator ..... Data ..... anul .....
Calculat ..... Data ..... anul .....
Verificat ..... Data ..... anul .....

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Nivelul în secțiunea stației hidrometrice	H	Nr. pilot (mira)	Citire	Adaos	Fata de „0" grafic
	La începutul măsurătorii				
	La sfîrșitul măsurătorii				

SONDAJE										SUPRAFAȚA				
Nr. verticalei		Distanța de la reper m.	Adîncimea verticalei			Ung. abat. cablu	Corect. abat. cablu	Gros. gheții în apă	Adîncimea m. activă	Dist. între vert. de sondaj	Gheața cufundată în apă		Năboi	
Pt. sondaj	Pt. măs. vitezei		Dus	Întors	Medie	Grosimea zăpezii m.	Grosimea gheții m.	Grosimea năboi m.			Gros. med. între vert. m	Supr. între verticale m	Gros. med. între vert. m.	Supr. între verticale m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

B.C.U. „M. EMINESCU" IAȘI

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

MIJLOACE DE MASURARE A ADINCIMILOR

TIJA $\frac{\text{Cu disc}}{\text{Fară disc}}$

Greutatea ..... kg.

Secțiunea		Viteza medie m/s		Debit fictiv între vert de viteză m/s	Viteza de suprafață m/s		Debit fictiv între vert de viteză m/s	Deb. de aluv. în susp.			NOTAȚII
Supr. sect. de apă m.											
Între vert. de sondaj	Între vert. de viteză	În vert. de viteză	Între vert. de viteză		În vert. de viteză	Între vert. de viteză		Debit unitar med. între vertic. de viteză α mg/sm²	Debit unitar med. între vertic. de viteză α mg/sm²	Debit parțial între vertic. de viteză r g/s	
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

1. Nr. verific. 2 Dist. de la reper L (m) 3. Adînc. h/cm 4. Nivel H/cm	Adîncimea de cufundare a mostrii (cm)		Citiri pe fir (cablu) cm.	CITIRI LA CRONOMETRU							
				1	2	3	4	5	6	7	8
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nr.	Sup.										
L											
h											
H											
	Fund										
Repetare											
Nr.	Sup.										
L											
h											
H											
	Fund										
Repetare											
Nr.	Sup.										
L											
h											
H											
	Fund										
Repetare											
Nr.	Sup.										
L											
h											
H											
	Fund										
Repetare											

NOTAȚII:

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Suma învîrtiturilor	Nr. învîrtiturilor pe s.	Viteza m/s	Diagrama pe verticală a vitezei Vm/s, turbidității ϱ g/m², debit unitar α g/m³	Nr. filtrului	Nr. sticlei	Volumul probei filtrate (l)	Cantitatea de aluviuni în suspensie (g)	Turbiditatea ϱ g/m³	Debit unitar de aluviuni α g/sm²
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
			Vm m/s						
			αm g/sm²						
			Vm m/s						
			αm g/sm²						
			Vm m/s						
			αm g/sm²						
			Vm m/s						
			αm g/sm²						

NOTAȚII :

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

ANEXA 2

UNITATEA .....

Stația hidrologică .....

FIȘA

PENTRU MĂSURĂTOARE DE DEBIT CU MORIȘCĂ

Postul ..... Rîul .....

Ziua ..... Luna ..... Anul .....

CONDIȚII DE LUCRU

Începerea măsurătorii .....

Sfîrșitul măsurătorii .....

Starea rîului .....

Timpul .....

Vîntul .....

Morișca (tip:nr.) .....

Cronometrul (marca nr.) .....

Malul folosit ca „origine" .....

REZULTATE

Debitul lichid Q m^3/s .....

Supr. sect. de apă Ω m^2 .....

Viteza medie V.med m/s .....

Operator ..... Data .....

Calculator ..... Data .....

Verificat ..... Data .....

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

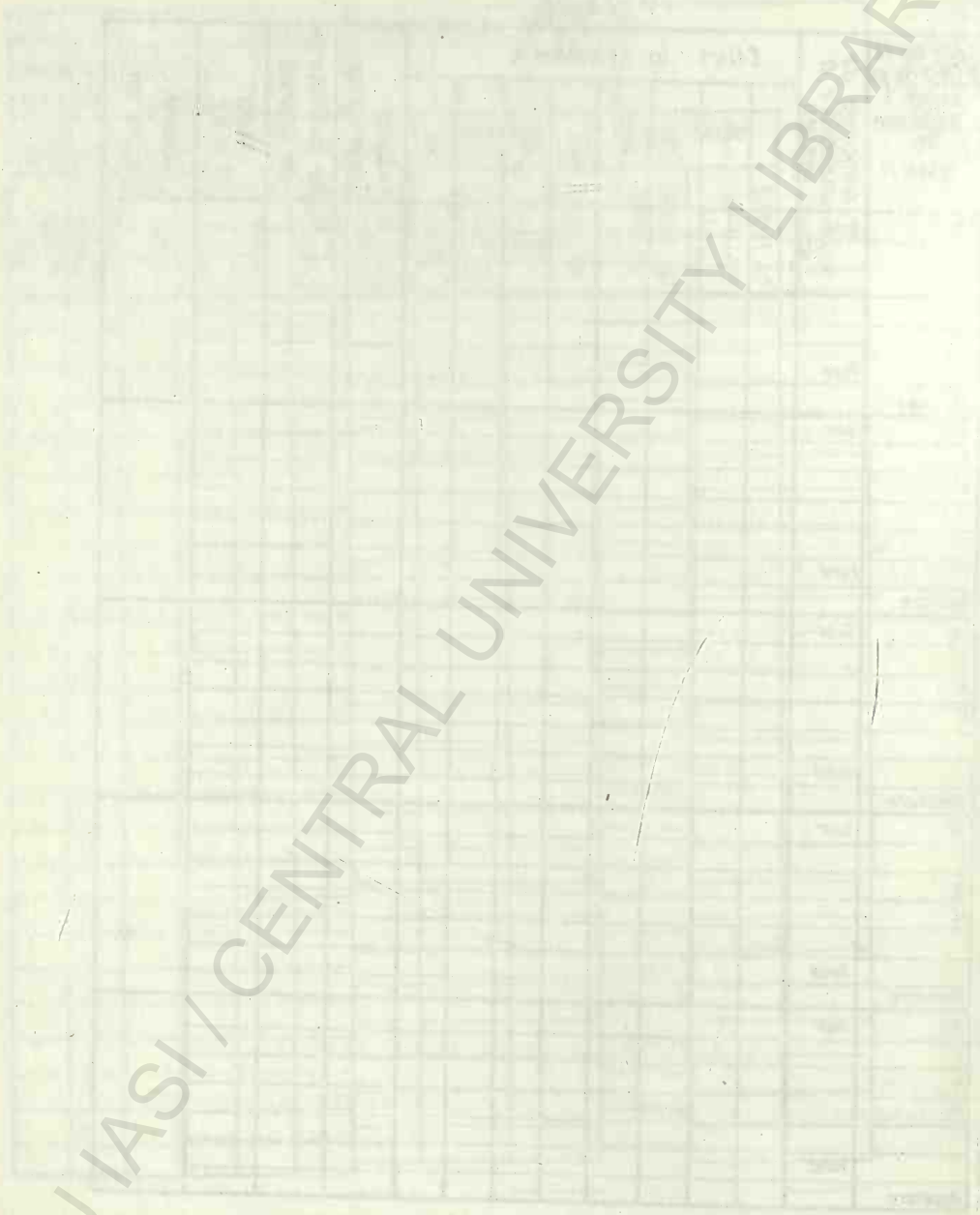
Nivelul în secțiunea postului	H		Nr. pilot	Citire	Adaos	Fața de „0" grafic
	La începutul măsurătorii					
	La sfîrșitul măsurătorii					

Nr. verticalei		SONDAJE					Suprafața secțiunii de apă		Viteza medie m/s		Debitul lichid între verticale m^3/s
		Adîncimea m.			Adîncimea activă	Distanța între verticalele le măsurate	Între verticalele de sondaj	Între verticalele de viteză	La verticale de viteză	Între verticale de viteză	
Din sondaj	Pentru măsurarea vitezei	Dus	Întors	Media							

VITEZE

1.Nr. vertic 2.Dist de la reper 1. 3. Adîncime h. 4 Nivel H	Adîncimea de cufundare a morișții	Citiri la cronometru								Suma învîrtiturilor	Nr. învîrtiturilor pe secundă	Viteza m/s	Viteza medie Vm
		1	2	3	4	5	6	7	8				
Nr	Supr												
l													
h													
H													
	Fund												
Repetare													
Nr	Supr												
l													
h													
H													
	Fund												
Repetare													
Nr	Supr												
l													
h													
H													
	Fund												
Repetare													
Nr	Supr												
l													
h													
H													
	Fund												
Repetare													
Nr	Supr												
l													
h													
H													
	Fund												
Repetare													

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

2592 1ei.

402364

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY